

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Евстигнеев Виктор Дмитриевич

**ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В РАМКАХ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель
Доктор технических наук, профессор
Лapidус Азарий Абрамович

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ	16
1.1. Особенности проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений	16
1.2. Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений	21
1.3. Критические точки в проектировании уникальных заглубленных зданий	33
1.4. Научно-техническое сопровождение при проектировании заглубленных зданий и сооружений.	47
1.5. Выводы по главе 1.....	50
ГЛАВА 2. ОСНОВЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ	51
2.1. Состав работ, выполняемых при научно-техническом сопровождении	51
2.1.1. Проверка и дополнение проектных решений	58
2.1.2. Проверка и дополнение организационно-технологических решений	60
2.1.3. Подготовка программы геотехнического мониторинга	61
2.2. Методологические принципы и подходы.....	63
2.2.1. Теоретические методы	64
2.2.2. Эмпирический метод экспертных оценок	65
2.3 Выводы по главе 2.....	74

ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО СОСТАВА РАБОТ НТСП 76

3.1 Описание факторов, оказывающих влияние на заглубленное строительство, зависимость факторов между собой 76

3.2 Определение факторов, оказывающих наиболее сильное влияние на заглубленные здания, с помощью экспертного оценивания 83

3.3 Распределение параметров факторов, оказывающих наибольшее влияние на заглубленные здания, по шкале Харрингтона, оценивающей степень необходимости ведения работ, связанных с фактором 89

3.4 Методика реализации и принцип работы аналитической модели по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий 99

3.4.1. Аналитическая модель 99

3.4.2. Методика по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий 103

3.5 Выводы по главе 3 117

ГЛАВА 4.ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ 119

4.1 Характеристики объекта внедрения 119

4.1.1. Климат района строительства 121

4.1.2. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия площадки строительства 122

4.1.3. Физико-геологические процессы и явления 124

4.1.4. Объемно-планировочные решения, предусмотренные корректировкой 131

4.2. Описание внесенных изменений в конструктивные решения 135

4.3. Требования к обеспечению механической безопасности здания . 138

4.4. Экономический эффект, возникающий при использовании методики определения необходимого состава работ НТСП	143
4.5. Выводы по главе 4	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	151
ПРИЛОЖЕНИЕ А	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	166
ПРИЛОЖЕНИЕ В	181

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В нынешнее время освоение подземного пространства при строительстве и проектировании уникальных зданий и сооружений приобрело обширное распространение, стало неотделимой частью архитектурно-строительной культуры при рациональном использовании и обновлению городского пространства в крупных городах.

Возрастает тенденция возведения уникальных зданий с заглублением в г. Москва и в других крупных городах России, с целью более рационального использования земельных и энергетических ресурсов, для создания комфортной и безопасной среды для жизнедеятельности человека. Такие здания представляют собой современные архитектурные решения, характеризующиеся объемно-планировочными решениями с использованием многоуровневых подземных пространств, пассажей, атриумов, сочетанием различных функциональных зон, с возвышающейся частью над землей [116].

Необходимость строительства уникальных зданий определяется социальной, технической, экологической потребностями, экономической целесообразностью.

Существенная роль среди объектов городской среды с заглублением отводится многофункциональным зданиям с многоуровневыми подземными паркингами, тоннелями и транспортно-пересадочными узлами. Здания с подземной частью сохраняют естественную городскую среду с зелеными и парковыми зонами, делая условия пребывания человека комфортными, при этом такое здание сохраняет свое функциональное назначение, занимая меньшую площадь.

Все перечисленные объекты хорошо интегрируются в структуру уникальных высотных зданий, встраивая его в единый городской организм. Техническая составляющая такого объекта скрывается от человеческого взора и не позволяет урбанистическим тенденциям задавить естественную среду обитания, открывая

жителям города зеленые, благоустроенные зоны отдыха с комфортными условиями пребывания.

Строительная отрасль обеспечивает человека основной средой обитания в городах. Аварийные ситуации на разных этапах жизненного цикла зданий происходят, не смотря на развитие технологий и новых методов строительства. Аварии происходят по причинам несоблюдения технологий строительства, ошибок при проектировании, неправильной эксплуатации зданий, некорректных действий при демонтаже и полной ликвидации зданий и сооружений. При этом возрастает число уникальных зданий (с заглублением ниже 15м от планировочной отметки земли), вводимых в эксплуатацию. Безусловно, нельзя разделить безопасность и надежность зданий по неким категориям, но в случае с уникальными и особо сложными заглубленными зданиями, безопасности следует уделять особое повышенное внимание, так как в случае аварий и разрушений такого типа зданий, последствий могут быть в разы драматичнее [116].

С целью обеспечения должного уровня безопасности и надежности уникальных и особо сложных объектов в рамках технического регулирования, стал использоваться такой инструмент, как научно-техническое сопровождение (НТС), применение которого возможно на всех этапах жизненного цикла объекта. В период действия постановления правительства №1521 с 01.07.2015 по 01.08.2020 НТС являлся обязательным для всех объектов, имеющих повышенный уровень ответственности (класс зданий КС-3) [5, 14]. В данной работе научно-техническое сопровождение исследуется на этапе проектирования (НТСП).

«Научно-техническое сопровождение проектирования – это комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, выполняемых силами специализированной организации на этапе проектирования объекта с целью обеспечения надежности и безопасности объекта, с учётом применяемых нестандартных проектных и технических решений, материалов, конструкций и технологий» [26, 66].

Целесообразность использования НТС обусловлена ценностью генерируемых решений по обеспечению безопасности и в организационно-технологических аспектах. Решения имеют не только сопроводительный безопасному возведению характер, некоторые из них заполняют пробелы проектной документации, вопросы, которые до использования НТС были не решенными, могут быть решены. Инструмент НТС потенциально может использоваться в качестве оптимизационного. Благодаря НТС возможно сокращение стоимости строительства и продолжительности возведения, что не может не представлять интерес для заказчиков уникальных зданий и сооружений [25, 27].

Степень разработанности темы исследования

НТС как самостоятельный вид деятельности появился во время проведения работ по реконструкции Манежной площади в Москве в 1995 году. Позже, в нулевых годах 21 века, были первые попытки описания комплексного применения НТС [69, 110]. Пособие и технические рекомендации [69, 110] имели рекомендательный характер, как документы, предназначенные для использования участниками строительства для обеспечения безопасности и повышения качества строительно-монтажных работ и объекта в конечном итоге в целом, за счет применения научных методов для решения технических и организационных вопросов, возникающих в процессе проектирования и строительства. А в 2013 году был включен как в государственный стандарт «Надежность строительных конструкций и оснований», так и в основные своды правил по проектированию и строительству. В период действия постановления правительства №1521 с 01.07.2015 по 01.08.2020 НТС являлся обязательным для всех объектов, имеющих повышенный уровень ответственности [19, 88, 90].

Подробный анализ современных аспектов и опыта научно-технического сопровождения приведен в работах А.А Лapidуса, А.М. Белостоцкого, П.Г. Еремеева, Зеленцова Л.Б., Н.Н. Бычкова, Молодина В.В., Топчего Д.В., Бовтеева С.В., Загорской А.В., Шевченко И.С. [10, 11, 13, 5, 35, 37, 54-59, 68].

При углублении в тему исследования были обнаружены разночтения в нормативных документах. Помимо разночтений существует еще ряд трудностей, с которыми сталкиваются организаторы и заказчики работ по части научно-технического сопровождения [28]. Некоторые основные разногласия и проблемы, возникающие при планировании и проведении работ НТСП:

- Нет определенно ясного разграничения по рекомендательным и необходимым работам в рамках НТСП
- Отсутствуют научно обоснованные методики по практическому применению НТСП
- Отсутствуют единые исчерпывающие требования к организациям, которые полномочны проводить работы НТСП
- Отсутствует методика по определению стоимости работ НТСП
- Отсутствует методика по определению необходимых работ НТСП
- Не определены четкие параметры объектов, для которых целесообразно проведение научно-технического сопровождения проектирования.

Существующие программы работ НТСП, представляют собой сформировавшийся общий перечень работ, и не предусматривают подстройку под возводимый объект. Таким образом, конечный состав работ может быть отобран и утвержден генеральным проектировщиком. Состав работ общего характера не предусматривает должного внимания критическим точкам проекта. Под критическими точками в проектировании понимаются решения, реализуемые при подготовке к строительству или во время строительства объекта, влияющие на безопасное производство строительно-монтажных работ, на безопасную эксплуатацию возводимого объекта в будущем, и, объектов, попадающих в зону влияния строительства [25, 29].

Автором выбрано направление по исследованию научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений, с

заглублением более 15м ниже планировочной отметки земли. Была изучена специфика возведения данного типа зданий, отобраны факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на проектирование, и, впоследствии, возведение заглубленного сооружения. Отобранные факторы имеют связь между собой и имеют переменные параметры, благодаря которым оценивается степень влияния фактора на объект проектирования. Описанное направление не проработано под специфику ведения научно-технического сопровождения. Гипотетическая цель исследования – оптимизировать состав работ НТСП таким образом, чтобы при проведении НТСП проводились только те работы, которые необходимы к исполнению в условиях отдельно взятого проекта, при этом достаточность и необходимость этих работ будет обоснована. Обоснование выбора состава работ НТСП позволит уделить внимание наиболее важным факторам, влияющим на заглубленное строительство, что позволит выполнять работы в достаточном и обоснованном объеме, обеспечить безопасность и надежность здания, не перерасходуя ресурсы [2, 23, 82].

Цель: исследование факторов, влияющих на заглубленное строительство, обоснование выбора состава работ научно-технического сопровождения проектирования зданий с заглублением более 15м ниже планировочной отметки земли.

Задачами исследования являются:

- 1) Анализ особенностей возведения и проектирования зданий и сооружений с заглублением ниже 15 м относительно планировочной отметки грунта;
- 2) Обоснование целесообразности и необходимости исследования по определению состава работ при научно-техническом сопровождении проектирования уникальных зданий и сооружений, определение существующей проблематики НТСП, поиск противоречий в нормативной документации, касающиеся понятий научно-технического сопровождения, его целей и условий применения;

- 3) Исследование факторов, оказывающих влияние на реализацию проектов уникального заглубленного строительства в плане организационно-технологических аспектов;
- 4) Изучение переменных параметров, значения, которых могут принимать факторы в зависимости от особенностей проекта и условий строительства;
- 5) Создание и разработка методики для определения необходимого состава работ НТСП на основе изученных факторов, параметров и работ, связанных с ними;
- 6) Внедрение методики по определению необходимого и достаточного состава работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий по изменяющимся параметрам (особенностям) отдельных объектов.

Научная новизна

- 1) Создана выборка факторов, влияющих на технологию и организацию строительства уникальных заглубленных зданий;
- 2) Сформирован полный перечень возможных работ для осуществления научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений;
- 3) Разработана автоматизированная аналитическая модель, позволяющая учесть индивидуальные особенности проекта и сформировать перечень работ, необходимых к выполнению в рамках НТСП;
- 4) Создана методика по определению необходимого и достаточного состава работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий по изменяющимся параметрам (особенностям) отдельных объектов.

Объектом исследования являются здания и сооружения с заглублением более 15 м ниже планировочной отметки земли.

Предмет исследования: изучение и обоснование необходимого состава работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений.

Научно-техническая гипотеза. Представляется возможным формирование необходимого и достаточного объема работ научно-технического сопровождения при проектировании заглубленных зданий и сооружений, приводящий к снижению продолжительности и стоимости строительства, в случае выявления и исследования факторов и параметров этих факторов, влияющих на проектирование заглубленных зданий и сооружений.

Теоретическая значимость работы

Результат исследования позволяет проводить работы по НТСП в необходимом и достаточном объеме при переменных условиях строительства отдельно взятых проектов. Происходит сокращение затрат на энергетические и материальные ресурсы, возрастает экономический эффект строительства, что является существенным результатом при учете роста числа уникальных зданий с заглублением и изначально большой стоимости работ НТСП.

Практическая значимость работы

Созданная выборка факторов с характерными параметрами заглубленного строительства является основой, на которой построена методика определения необходимого и достаточного состава работ НТСП, которая позволяет оценить важность и влияние фактора в зависимости от его параметра и его связи с остальными факторами. Из общего перечня работ НТСП, который не учитывает индивидуальных особенностей проекта, выделяются те работы, которые действительно важны и необходимы в определенных условиях. Благодаря такому точечному рациональному ведению НТСП, происходит сокращение затрат на проведение научно-технического сопровождения проектирования, возрастает качество работ, продолжительность выполнения работ уменьшается, что имеет

потенциал эффективного применения заказчиком данной методики определения состава работ НТСП.

Методология и методы исследования

В исследовании применялись системный и системотехнический подходы, общенаучные методы (анализ и синтез, обобщение), методы моделирования, метод экспертных оценок в виде априорного ранжирования.

Положения, выносимые на защиту

- 1) Научно-техническое сопровождение проектирования заглубленных зданий и сооружений служит инструментом не только для безопасного и качественного ведения строительно-монтажных работ, но и для заполнения пробелов проектирования, включая доработку и оптимизацию проектных и организационно-технологических решений.
- 2) Выносимые на защиту факторы с присущими им параметрами имеют под собой достаточную основу для разработки методики по определению и обоснованию состава работ НТСП заглубленных зданий.

Степень достоверности

Достоверность результатов данной работы подтверждается объективными подходами к решению поставленных задач, репрезентативностью выборки, соответствия теоретических ожиданий с полученными результатами на практике.

Апробация результатов

Автором принималось участие в таких мероприятиях как:

- Международная строительно-интерьерная выставка ВАТІМАТ RUSSIA – 2019. Доклад по теме: «Методы обеспечения строительного контроля при ведении научно-технического сопровождения строительства объектов».

- Научно-практическая конференция «Основные аспекты развития проблематики научно-технического сопровождения проектирования». Доклад по теме: «Опыт согласования результатов научно-технического сопровождения проектирования в государственной экспертизе».
- Конференции Национального объединения проектировщиков и изыскателей (НОПРИЗ).
- Доклады на семинарах кафедры «Технологии и организация строительного производства» в МГСУ.

Публикации. Материалы диссертации достаточно полно изложены в 4 научных публикациях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень рецензируемых научных изданий).

Публикации в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий:

1. Евстигнеев В.Д., Лapidус А.А. // Особенности научно-технического сопровождения проектирования при строительстве заглубленных зданий и сооружений // Наука и бизнес: Пути развития, 2019, №12 с. 75-79
2. Евстигнеев В.Д., Лapidус А.А. // Научно-техническое сопровождение при возведении заглубленных зданий и сооружений // Строительное производство, 2020, № 1 с. 3-6
3. Евстигнеев В.Д., Лapidус А.А. // Определение необходимого состава работ научно-технического сопровождения при проектировании заглубленных зданий // Строительное производство, 2022, № 1 с. 6-10
4. Евстигнеев В.Д., Кангезова М.Х. // Автоматизация организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения проектирования уникальных зданий // Известия ТулГУ. Технические науки, 2021, №3 с. 300

Соответствие паспорту специальности 2.1.14 Управление жизненным циклом объектов строительства

1. Теоретические, методологические и системотехнические подходы к управлению жизненным циклом объектов капитального строительства, включая этапы обоснования инвестиций, инженерных изысканий, архитектурно-строительного и организационно-технологического проектирования, строительства (в том числе консервации), эксплуатации (в том числе текущих ремонтов), реконструкции, модернизации, капитального ремонта, реставрации, вывода из эксплуатации, сноса и утилизации объекта.

2. Теоретические, методологические и системотехнические подходы к проектированию организационных структур предприятий, организации производственных процессов и систем управления ими, формализация и постановка задач организационного, информационного и математического моделирования строительных систем с целью эффективного управления объектами капитального строительства и их комплексами на всех этапах их жизненного цикла.

3. Исследование и формирование методов разработки, видов обеспечения, критериев, моделей описания и оценки эффективности решения задач управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного и математического моделирования, системного анализа, автоматизации и оптимизации принятия решений.

7. Разработка методов и средств организации и управления жизненным циклом объектов капитального строительства в условиях ограничения доступности ресурсов, а также технических, экономических, экологических, социальных и других видов рисков. Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности строительных систем, поддержка принятия организационно-технических решений на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства.

9. Теоретические и методологические подходы к техническому нормированию и регулированию процессов организации, управления и информационного моделирования объектов капитального строительства и строительных систем на всех этапах их жизненного цикла.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, трех приложений и списка используемых источников. Работа включает 180 страниц основного текста, 23 рисунка, 7 таблиц, список используемых источников из 131 наименования и три приложения (А, Б, В).

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ

1.1. Особенности проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений

Проектирование уникального здания является важной вехой в жизненном цикле объекта. К уникальному объекту относятся здания и сооружения, имеющие одни их следующих характеристик в проектной документации:

- высота самой высокой точки более чем 100 метров
- пролеты более чем 100 метров
- с вылетом консольной части более чем на 20 метров
- с заглублением подземной части ниже планировочной отметки земли более чем на 15 метров [110]

Уникальные объекты имеют повышенный уровень ответственности, в виду различных негативных последствий аварий на них или в случае их разрушения. На основании действующей нормативно-технической документации к проектированию и строительству уникальных зданий и сооружений предъявляются дополнительные требования [69]. Проектирование уникальных и особо сложных в техническом плане зданий сопряжено с рядом сложностей и особенностей. Здания данного типа не имеют типовых решений, из чего, в том числе, формируется их принадлежность к уникальным [20, 21]. Требования к несущим конструкциям, инженерным коммуникациям, пожарной безопасности, безопасности при строительномонтажных работах, обеспечению материально-техническими ресурсами и организации строительства, требуют детального подхода.

Выбор способа возведения и технологии производства работ, в случае с заглубленными зданиями, зависит во многом от гидрогеологических условий местности (именно местности, а не территории застройки, так как в случае

заглубленных зданий, радиус возможного воздействия, как на существующую застройку, так и существующей застройки на зону строительства имеет существенное значение) и глубины залегания основания. В городе Москва строительство на глубине от 2м уже ведется в обводненных грунтах с нередко встречающимися напорными водами, что резко сказывается на сложности работ в таких условиях. Описанные условия строительства в г. Москве встречаются в 24% случаев, в которых требуется применение специальных способов производства работ [42, 107].

При проектировании уникальных зданий часто разрабатываются новые конструкции, узлы, материалы и нетипичные проектные решения, не испытанные и не применявшиеся до этого момента. Для ново разработанных решений необходимы испытания на натурных моделях, нестандартные методы расчета и перепроверка конструктивной схемы в объемной постановке. Нормы действующей нормативной документации могут не покрыть требований проекта, в этом случае некоторые проектные решения выполняются в соответствии специальным техническим условиям (СТУ) [6, 18, 19, 123].

Для безопасного и качественного ведения строительно-монтажных работ в будущем, требуется заложить основы в проектные решения и планирование организационно-технических мероприятий, учесть особенности возведения уникальных зданий и сооружений. Для этой цели при проектировании уникальных зданий и сооружений существует такой инструмент, как научно-техническое сопровождение проектирования [1, 27]. Этот инструмент необходим при проектировании уникального здания, он служит «вторым проектом» частично или в большей части дополняющим и перепроверяющим проектные решения, принятые в рамках регламентированного строительными нормами проектирования. Научно-техническое сопровождение проектирования может послужить инструментом для заполнения пробелов существующего проекта, с его помощью возможно решать задачи, ответы на которые невозможно было получить в рамках проектирования, осуществляемого согласно требованиям

нормативной документации [26]. НТСП не ограничивается поиском ответов на задачи, сложно решаемые в рамках обычного проекта (выполняемого согласно действующим нормативным документам), с его использованием можно добиться выбора лучшего проектного решения из всех существующих – происходит углубление в анализ принятых проектных решений, улучшение, корректировка, и, впоследствии, выбор наиболее рационального, прогрессивного и сбалансированного во всех планах решения.

Существуют различные методы возведения заглубленных зданий и сооружений, которые можно разделить на три наиболее характерных метода – открытый метод, закрытый и комбинированный.

При устройстве сильно заглубленных выемок в грунте таких, как котлованы и траншеи, возникает большая вероятность обрушения стенок, так как после разработки, образовавшиеся стенки грунта не в состоянии нести свой собственный вес. Каждый грунт в таком случае, обрушится при определенных условиях, так как грунтам свойственно иметь различные углы естественного откоса и показатели связности. При существенном заглублении при разработке грунтов выемки не могут существовать без искусственных поддерживающих конструкций. Чтобы предотвратить обрушение, стенки котлована укрепляют различными способами или выполняют его в естественных откосах, угол которых зависит от типа разрабатываемого грунта, но в таком случае, неиспользуемая площадь по верху котлована будет колоссальной, что невозможно себе позволить в городских условиях [79, 94, 97].

Возведение подземных и заглубленных сооружений открытым способом может выполняться как без крепления стенок котлована - грунт будет удерживаться за счет естественных углов откоса грунта, так и в котлованах с использованием ограждающих конструкций для крепления стенок котлована.

При устройстве котлованов в стесненных городских условиях или в водонасыщенных грунтах, боковые стенки крепятся временными креплениями, при этом стенки котлована выполняются только вертикальными.

При устройстве шпунтового ограждения изготавливают конструкцию, которая связывает в единую систему все элементы ограждения. Такая система является важнейшей частью шпунтового ограждения, она имеет название распределительно-распорной системы. Работы по устройству этой системы выполняются параллельно с разработкой котлована [9]. Распределительная система состоит из обвязочных балок, выполненных в виде швеллера, монтируется на вспомогательные конструкции на глубине не более 2м от поверхности котлована. Распределительная или обвязочная система служит для равномерного распределения нагрузки по шпунтовым сваям [90, 99].

Распределительная система служит временной конструкцией ограждения котлована, она подлежит демонтажу после выполнения обратной засыпки и может послужить повторно, что снижает расходы на использование данного вида ограждения.

Устройство котлованов с естественными откосами является самым простым решением, но при строительстве заглубленных зданий, такой вариант котлована в черте густо застроенной сформировавшейся территории подойдет едва ли. При больших глубинах, в нашем случае это глубины более 15 м, открытый тип котлована может принести больше неудобств, чем пользы. Растут расходы на разработку грунта, так как его объем в разы больше по сравнению с остальными методами [38, 54].

Недостатки разработки грунта открытым способом в естественных откосах котлована:

- В городских условиях чаще всего нет свободных площадей столь большого размера, для размещения котлована в естественных откосах
- Сложность отвода осадковых и грунтовых вод
- Объем разработанного грунта слишком велик
- Большая зависимость от климатических и погодных условий

Таким образом, открытые котлованы с естественными откосами целесообразно использовать при отсутствии окружающей застройки или при больших свободных пространствах для размещения временной производственной инфраструктуры и котлована, глубоком уровне залегания грунтовых вод и при умеренном количестве осадков.

Чаще всего строительство заглубленных сооружений в стесненных условиях городской застройки рациональней вести по технологии сверху-вниз полузакрытым способом, что снижает влияние на существующие здания.

Одним из преимуществ строительства заглубленных зданий сооружений сверху-вниз полузакрытым способом является конструктивная особенность, при которой межэтажные перекрытия выполняют роль распорной системы котлована, тем самым обеспечивают устойчивость стен котлована, исключая необходимость использования временных распорных конструкций [113, 127].

Похожий на предыдущий метод строительства, метод вверх и вниз, суть которого в возведении конструкций от уровня поверхности земли одновременно вверх и вниз, с заглублением нескольких этажей и с возвышением нескольких этажей соответственно, при использовании ограждающей конструкции котлована по типу стена в грунте. Сокращение сроков возведения при использовании данного способа может достигать до 30% [114, 115].

В Российской Федерации в больших городах все чаще прибегают к использованию технологии вверх и вниз при возведении зданий с заглублением. Целесообразность такого решения очевидна – в большинстве случаев в городах возведение такого типа зданий происходит в условиях стесненной городской застройки, снижается влияние на существующие здания и сооружения в зоне влияния строительства, происходит значительное сокращение общей продолжительности строительства.

1.2. Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений

Рассмотрены некоторые особенности проектирования уникальных зданий. На предпроектной подготовке автором предлагается провести геофизическое обследование участка застройки, подробно описать состояние несущих и подстилающих грунтов, дать заключение о пригодности грунтов к строительству в целом. Приводится перечень воздействий разного характера, которые могут возникать при возведении уникального здания, их необходимо учитывать. В особенностях расчетов уникальных зданий следует учитывать работу всей конструкции как единой пространственной системы, расчетам подлежат элементы конструкции при изготовлении, транспортировке и при монтаже. При расчетах используются идеализированные модели, максимально приближенные по свойствам к реальному сооружению. Разработка СТУ обосновывается в случаях, когда действующие нормативные документы не могут обеспечить по одному из критериев безопасность здания [120,121].

Отмечено, что при проектировании уникальных зданий необходимо использование НТС. Приводится некий обобщенный перечень работ НТС, с выделением расчета на прогрессирующее обрушение как особой опции научно-технического сопровождения [121].

К особенностям проектирования уникальных сооружений отнесено использование физических моделей в экспериментах. Физическая модель изготавливается по подобию напряженно-деформированного состояния реального объекта. Модели, изготовленные по геометрическому подобию, используют для расчетов на ветровые нагрузки [120].

Автор приводит отличие государственной экспертизы обычного здания от уникального, которое заключается в независимой экспертизе «концептуального проекта» уникального здания [120].

Тенденция возведения уникальных зданий возрастает. НТС является одним из инструментов по обеспечению безопасного и качественного возведения здания,

очевидно для достижения желаемых результатов НТС внедряется на стадии проектирования [35]. Существуют противоречия по вопросам научно-технического сопровождения, ставящие перед научным сообществом задачи комплексного анализа структуры НТС для его функционирования как отлаженного механизма, понятного каждому участнику строительства без разногласий. НТС преподносится как комплексный инструмент безопасности и надежности, однако системные научные исследования в этом направлении не проводятся и методика его практического применения не разработана по всем вопросам. Автором упоминается не раскрытый полезный потенциал научно-технического сопровождения проектирования для заказчика, что в свою очередь приводит к формальному проведению мероприятий по НТСП, увеличению несогласованности участников по проводимым мероприятиям [35].

Научно-техническое сопровождение проектирования по организации строительства не выделено отдельно в составе проектирования, не раскрыты практические механизмы его реализации. В пособии по НТС рекомендовано внесение рекомендаций в ПОС на этапе строительства, однако на этапе строительства внесение изменений предполагает повторное прохождение государственной экспертизы проекта, что является негативной составляющей позднего выявления замечаний со стороны научно-технического сопровождения к проекту организации строительства. Приведены примеры положительного применения НТС проектирования, когда при проектировании уникальных объектов вносились рекомендации, которые применялись к исправлению технологически несостоятельных решений. В целом отмечается положительная динамика применения НТС на этапе проектирования. Научно-техническое сопровождение проектных решений формируется как вспомогательное направление реализации технически сложных и уникальных объектов средствами использования сбалансированных и передовых решений в аспекте технологии и организации строительства [35].

Особенно ценны рекомендации научно-технического сопровождения при проектировании уникальных сооружений, проектирование которых сопряжено с отсутствием типовой организационно-технической схемы, директивных сроков строительства, использованием новых конструктивных решений, необходимостью подтверждения расчетом пространственной жесткости и надежности несущих конструкций [35].

В заключении автор приходит к выводу, что основные цели НТСП — это обеспечение надежных и безопасных проектных решений, сбалансированных в технологическом и экономическом планах.

Бычковом Н.Н. в его работе [14] рассматривается активное внедрение инструментов НТС проектирования и строительства, направленных на безопасное ведение СМР, обеспечивающих функциональную пригодность и надежность сооружений метрополитена, активно возводимых последние 90 лет, с применением нестандартных материалов и технологий. Однако проблематика, раскрытая в статье, справедлива и для остальных зданий и сооружений, попадающих хотя бы по одному из критериев в ряд уникальных.

Авторы, руководствуясь мировым опытом проектирования, считают необходимым назначать головную научно-исследовательскую организацию по НТС, которая будет сопровождать объект на всех стадиях его жизненного цикла, обеспечивать единую научно-техническую политику и координировать действия участников процесса. Так же в работе отмечена целесообразность участия НТС в разработке технологических карт, регламентов, ППР, дополнению или решению проектных задач, не покрываемых существующими нормами, разработке рекомендаций по совершенствованию технологий СМР на основе «передовых достижений науки, техники, зарубежного и отечественного опыта» [14].

В работе НТС проектирования и строительства в части подземных сооружений рассмотрено, как фактор обеспечения единой научно-технической политики. Отмечено, что «при строительстве метрополитена большая часть научно-технических проблем обусловлена темпами и объемами проектирования»,

при этом решение научно-технических задач, полученное с помощью современных наукоемких технологий, само по себе не является фактом применения научно-технического сопровождения, а представляет собой лишь локальные научно-технические методы решения. Кроме того, «проблема усугубляется большим количеством участников процесса проектирования и строительства, что вполне оправдано с точки зрения производственных задач, но, несмотря на высокую профессиональную квалификацию каждого участника в своей области, на выходе получается не единый комплекс, основанный на обоснованных, оптимальных, унифицированных технических решениях, а «лоскутное одеяло», с которым заказчику предстоит разбираться» [14]. Работы научно-технического сопровождения не обеспечены устоявшимся сметно-финансовым механизмом и не имеют защиты от отдельных должностных лиц, желающих сэкономить на НТС строительства или проектирования.

Автором статьи [119] рассмотрено направление научно-технического сопровождения при строительстве заглубленных зданий ниже планировочной отметки земли не менее чем на 15м. Приведена план-схема взаимодействия всех участников строительного производства при проведении научно-технического сопровождения. Сделано предположение, что при строительстве программу НТС специализированная организация будет получать от организации, выполнявшей ранее научно-техническое сопровождение при проектировании. Приведены особенности возведения заглубленных зданий, заключающиеся в методах возведения и конструкциях ограждения котлована. Результатами работы является программа работ НТС строительства заглубленных объектов, возводимых методом top-down, объединяющая в себе организационно-технологические аспекты, разделенные на 4 группы:

1. Мониторинг
2. Геотехнический мониторинг
3. Контроль состава производственной документации
4. Контроль качества выполнения СМР

Но, по сути, организационно-технологические аспекты являются работами, рекомендуемыми к выполнению при НТС строительства заглубленного здания. Представляемая программа работ не является унифицированной и будет корректироваться при НТСС иного объекта, что признается автором. В заключении автор упоминает проблематику разночтения программ НТС и изменчивость перечня итоговых работ. Однако представленная в работе программа сильно укрупнена и может дробиться на несколько ветвей работ и подработ [119].

Мониторинг уникального здания на двух стадиях жизненного цикла (строительства и эксплуатации) описывается на примере проекта башни «Эволюция» Москва Сити и базируется на методах неразрушающего контроля [11]. Проектом при осуществлении мониторинга был предусмотрен комплект разнообразных датчиков (тензометры, акселерометры, датчики давления, инклинометры, арматурные преобразователи силы и пр.) и систем сбора данных для обработки снимаемых параметров в координационном центре мониторинга. По факту была нарушена этапность установки некоторых датчиков – проектное положение датчиков было предусмотрено непосредственно на стрелках арматуры, при строительстве же измерители были установлены на готовые конструкции, они отличались от проектных видов, устанавливались не в том количестве и на непредусмотренных для мониторинга конструкциях. Иногда датчики, предусмотренные проектом, не устанавливались вовсе (преобразователи давления воды на грунт в фундаментной стяжке).

Отсутствовал контроль параметров состояния горизонтальных конструкций, а также отсутствовал контроль параметров внешнего воздействия (ветровая нагрузка, температура), необходимый для корректного анализа изменений деформированного состояния конструкций исследуемого здания [11].

В целом действующая система мониторинга не обеспечивала достоверность получаемых параметров, имея условный характер.

Мониторинг здания осуществлялся в режиме реального времени с периодичностью опроса датчиков один раз в час для оперативного оповещения и обеспечения мер безопасности при возникшей опасности. Функционирование программы мониторинга обеспечивается единой системой обработки данных в интерпретированном для оператора виде. В целом, становится очевидным, что мониторинг несущих и ограждающих ответственных конструкций в реальном времени требует совершенствования, повышения культуры производства работ и высокого уровня ответственности участников строительства от низшего исполняющего звена до руководящего состава [11].

Упоминание научно-технического сопровождения в работе связано лишь расчетом снеговых, ветровых нагрузок и расчетом конструкций на прогрессирующее обрушение. Название статьи не соответствует ожиданиям по содержанию [32].

Приведены примеры расчетов конструкций зданий аэропортов и ангаров, отнесенных автором к уникальным сооружениям без указания критериев, по которым здания таковыми являются.

Основное внимание в статье уделено именно специфическим расчетам с подробным описанием порядка действий и условий расчета. Подводя итог изложенного, следует вывод, что в данной статье описаны лишь возможности программных комплексов, используемых для расчетов, выполняемых в рамках научно-технического сопровождения проектирования. В результате автор приводит изменения в проект, которые необходимо учесть согласно результатам расчетов [31].

Проблематика научно-технического сопровождения как строительства, так и проектирования не рассмотрена. Статья имеет название НТС строительства, однако, описанные в ней расчеты относятся к другому этапу жизненного цикла – проектированию. На этапе проектирования целесообразно проводить поверочные расчеты на различные сочетания нагрузок и внешние воздействия, а также расчеты на прогрессирующее обрушение, пока возможно внести изменения в

конструктив до начала строительных работ и прохождения государственной экспертизы [31, 32].

Авторы статьи на конкретном примере возведения большой спортивной арены стадиона Лужники обосновывают необходимость применения научно-технического сопровождения для достижения необходимых показателей долговечности и надежности конструкций. Надежность и долговечность конструкций связывается напрямую с качеством принятых проектных решений и качеством производства работ. Именно повышение качества всех аспектов проектирования и строительства влияет на повышение надежности и долговечности конструкций [103, 104].

Роль научно-технического сопровождения в описанных выше выводах заключается в:

- участии в проектировании совместно с проектной организацией;
- выборе бетоносмесительных узлов, в проектировании составов бетонов для конкретных технологических требований;
- контроле требований соблюдения технологического регламента и ППР.

Что касается НТС, в данной работе приводятся примеры внедрения исследований, проводимых специализированной организацией, на прочностных характеристиках бетона. Проектировались специальные марки бетона по основным характеристикам для конкретных объектов с учетом характеристик компонентов бетона и их пропорций, с расчетом максимальной температуры твердения бетона для снижения температурных напряжений в массивных конструкциях [103]. Совместными усилиями специализированной организации и проектного бюро были выбраны водоредуцирующие и пластифицирующие добавки в бетон под конкретные условия строительства. Отмечена зависимость между характеристиками бетона по водонепроницаемости, морозостойкости и прочности. К примеру, требуется обеспечить определенную марку по

морозостойкости, при этом назначенное водоцементное соотношение может обеспечить класс бетона по прочности, превосходящий проектное значение [104].

Приводятся примеры дополнительного контроля прочности бетона неразрушающими методами и соблюдения последовательности и технологии работ, указанных в ППР, со стороны специализированной организации по научно-техническому сопровождению на примере стадиона БСА «Лужники» [103].

В заключении работы, автором приводится стоимость дополнительных работ по усилению конструкций в случаях недобора проектной прочности, указывая на целесообразность участия организации НТС в процессе железобетонных работ на объекте. Применение научно-технического сопровождения в данной статье ограничивается дополнительным контролем бетонных работ и участием в разработке требуемых типов бетонов для конкретных объектов [103].

Одной из своих целей автор ставит определение понятия научно-технического сопровождения, что не актуально – определение НТС уже существует. Единого норматива по применению научно-технического сопровождения на момент написания статьи не существовало, есть лишь, нормативные документы, упоминающие целесообразность НТС, приведенные автором [23].

С точки зрения автора, НТСП представляет собой некую дополнительную экспертизу, результатом которой являются не только перечень замечаний, но и конкретные рекомендации по их устранению. Предлагается использование научно-технического сопровождения проектирования двумя способами:

1. проведение работ НТСП готовой проектной документации, что схоже с итоговой государственной экспертизой, с отличием в предоставлении подробных рекомендаций по устранению недостатков

2. подключение специализированной организации НТСП на ранних этапах проектирования для тесной совместной работы с проектным бюро.

Предлагается проводить НТСП по некоторым критериям необходимости. Согласно рекомендациям, НТСП следует проводить для объектов класса КС-3, хотя здания этого класса могут быть возведены с применением типовых технических и проектных решений в рамках действующих строительных норм. НТСП же следует использовать, когда существующие нормы не покрывают требований проекта, а выходят за его рамки [23].

Требований к персоналу и организациям НТСП не существует, либо они размыты и неоднозначны. Работы, перечень которых возможен при НТСП, обширен и разнообразен, следовательно, требуется обоснование тех или иных работ по некоторым критериям, и требований к их результатам, которых на данный момент не существует [23]. Автором ставится вопрос об определении сметной стоимости работ научно-технического сопровождения проектирования в общей стоимости возведения здания, так как в данный момент стоимость НТСП проектирования в смету не закладывается [56].

В заключении автор резюмирует о необходимости решения оглашенных вопросов с помощью создания нормативных документов, которые бы отображали критерии необходимости ведения работ НТСП, данные для расчета сметной стоимости, требования к персоналу и результатам, проведенных работ. Стоит отметить, что решение вопроса о критериях оценки необходимости ведения НТСП может решить все возникшие вопросы, являясь краеугольным камнем. Ведь зная критерии оценки для ведения тех или иных работ, определенно возможно оценить стоимость этих работ, степень квалификации и количество персонала для выполнения фиксированных работ и, соответственно, понимание о качестве итогового результата работ будет достигнуто [23, 56].

Работа Дисикова Ю. Ю. содержит лирическое описание уникальных зданий. Не упоминается ни один из критериев из нормативных документов, относящий

здания к уникальным [25]. В качестве уникальных объектов, приводимых в пример, можно встретить «олимпийские объекты», а олимпийские объекты в Сочи автор относит к «грандиозным сооружениям архитекторов и инженеров 21 века». В статье не раскрыты тенденции проектирования и строительства уникальных зданий, что не соответствует заголовку работы. «Современные тенденции» строительства и проектирования уникальных зданий сведены к «большому значению» инновационных технологий и материалов. Многочисленные акценты на инновационные технологии и материалы автором делаются неоднократно. Однако, о каких именно технологиях и материалах идет речь в итоге не уточняется [25].

Автор делает заключение, что после определения объемно-планировочных решений производится выбор конструктивной системы. Объемно-планировочные решения напрямую связаны с проектированием конструктивной части. В случае уникальных зданий объемно-планировочные решения должны разрабатываться как минимум совместно с конструктивными решениями, но никак не после них. При обратном подходе можно столкнуться с ситуацией, когда объемно-планировочное решение не осуществимо из-за конструктивных элементов, или нельзя создать конструктивное решение, под определенное объемно-планировочное решение [25].

В итоге, в работе нет какого-либо осязаемого окончания. Если считать последний абзац заключением, то в нем сделан вывод, что при некотором анализе несущих систем высотных зданий «их конструктивное и компоновочное решение зависит от высоты объекта». Однако, роль инженерно-геологических условий, сейсмической активности, «атмосферных и ветровых воздействий» все же важна, не исключая «архитектурно-планировочные требования».

Существуют неточности в последних двух абзацах, где в начале подходящая конструктивная система выбирается исходя из объемно-планировочных решений, а в конце отмечено, что все же инженерно-

геологические условия, климатические условия и сейсмическая активность - важные факторы, влияющие на конструктивную схему [25].

В целом статья не имеет никакой ценности для научного сообщества при проектировании и строительстве уникальных зданий и сооружений.

Проектирование высотных конструкций из металлокаркаса и их возведение в нашей стране сопряжено с различными сложностями. В основном такие конструкции распространены за рубежом и их строительством занимаются иностранные компании. Проектирование зданий такого типа не обходится без разработки СТУ [29].

Проектирование уникального здания со стальным каркасом не возможно без участия организации, осуществляющей научно-техническое сопровождение проектирования и строительства. Конструкции стальных элементов здания необходимо рассчитывать в программных комплексах, предусматривающие действие всех возможных сил и сочетаний нагрузок на несущий каркас, не исключая поверочные расчеты [30].

На этапе строительства особое внимание со стороны НТС должно уделяться сварным соединениям и качеству сварных материалов. Рекомендуется использовать стационарную станцию мониторинга за напряженно-деформированным состоянием отдельных конструкций и здания в целом [30]. Станция мониторинга при этом, должна быть разработана и отлажена на проектной стадии.

Мероприятия по научно-техническому сопровождению, описанные в этой работе, составляют комплексный подход по обеспечению безопасности уникального здания на всех этапах жизненного цикла, включая первые годы эксплуатации [30].

Научно-техническое сопровождение имеет необходимость применения для обеспечения высокого уровня качества, безопасности, долговечности и надежности уникальных зданий [31]. Неотъемлемой частью проектирования

уникального объекта являются специальные технические условия (СТУ), которые содержат отсутствующие или дополнительные требования к проектированию уникального здания ввиду вынужденных отступлений от действующих нормативов. В данной работе научно-техническое сопровождение разделено по этапам жизненного цикла: проектирования, изготовления и монтажа конструкций, мониторинга на стадии возведения и эксплуатации сооружения.

На этапе проектирования проводятся поверочные расчеты, расчеты снеговой нагрузки и ее распределение, ветровые воздействия, испытания моделей на динамические воздействия вплоть до разрушения. Для металлических конструкций дополнительно подлежат расчету узлы соединений новых конструкций, болтовые соединения, сварные соединения [31].

При изготовлении и монтаже конструкция НТС занимается расчетом допустимых нагрузок при транспортировке и монтаже элементов, целых конструкций, и методов их транспортировки, так как при монтаже и перевозке нагрузки на конструкции могут превышать расчетные проектные нагрузки [31].

Мониторинг при строительстве и эксплуатации сооружения в первые годы после ввода служит для наблюдения за критически важными узлами и конструкциями для обеспечения безопасного строительства и эксплуатации, для принятия соответствующих мер в случае выявления недопустимых нагрузок или перемещений в контролируемых узлах или конструкциях [31].

При проектировании зданий с повышенным уровнем ответственности, объемно-планировочные решения и конфигурация плана здания выбираются преимущественно архитекторами застройщика, которые по большей части сфокусированы на архитектурной составляющей здания, нежели на конструктивной составляющей [52]. По этой причине инженерам-конструкторам особое внимание следует уделять конструктивным решениям и расчетным моделям здания.

Применение для этих целей средств научно-технического сопровождения позволяет находить слабые узлы сопряжений конструкций и элементы конструкций, несущая способность которых недостаточна для обеспечения требований проекта [52]. Появляется возможность предсказать работу отдельных конструкций, фундамента, здания в целом с помощью расчетных моделей здания и альтернативных расчетов, тем самым исправить недочеты проекта. Научно-техническое сопровождение проектирования повышает уровень безопасности здания на разных этапах его жизненного цикла, увеличивает его надежность и срок эксплуатации [52].

В рассмотренных работах присутствуют некоторые особенности возведения и проектирования уникальных зданий и сооружений, также описаны опыт и проблематика использования научно-технического сопровождения при реализации проектов. Представлен как негативный, так и позитивный опыт внедрения научно-технического сопровождения на разных стадиях жизненного цикла здания. В статьях приводятся некоторые осложняющие проектирование и строительство факторы. Но комплексно влияние факторов на проектирование и строительство уникального здания по одному из параметров уникальности не рассматривалось. В меньшей степени в представленных работах описывается специфика проектирования и строительства заглубленных зданий и сооружений, что подчеркивает актуальность темы исследования и необходимость изучения факторов, оказывающих влияние на процесс проектирования и строительства заглубленных зданий и сооружений.

1.3. Критические точки в проектировании уникальных заглубленных зданий

Под критическими точками в проектировании понимаются решения, реализуемые при подготовке к строительству или во время строительства объекта, влияющие на безопасное производство строительно-монтажных работ, на безопасную эксплуатацию возводимого объекта в будущем, и, объектов, попадающих в зону влияния строительства. Прохождение критических точек в

проектировании неотвратимо, так же как и критический путь сетевого графика. Несвоевременное или неквалифицированное исполнение работ, касающихся критических точек проекта, может приводить к неблагоприятным угрожающим жизни людей явлениям и аварийным ситуациям [1]. К факторам, непосредственно влияющим на возникновение критических точек при проектировании заглубленных уникальных зданий, относятся характеристики строительной площадки, такие как:

Уровень залегания грунтовых вод – один из наиболее важных факторов, влияющих на заглубленное строительство. От него зависят условия, в которых будет возводиться здание, что влияет на метод возведения, выбор ограждающей конструкции котлована, проектирование или выбор подходящей системы для откачивания грунтовых вод [8]. Неверно принятое решение по одному из перечисленных параметров может затруднить дальнейшее возведение объекта, либо привести к аварийной ситуации (разрушение стенок котлована, затопление котлована, негативное влияние на существующие строения в радиусе нестабильной зоны из-за нового строительства и т.д.);

Глубина заложения фундамента. В случае, когда уровень грунтовых вод и глубина заложения фундамента не пересекаются, дополнительных мероприятий связанных с повышенным уровнем грунтовых вод не требуется. Чем больше глубина заложения, тем сложнее условия разработки и масштабнее объемы работ [65]. При больших глубинах возможен выпор грунта со дна котлована, необходимо моделирование грунтовых условий и поведения слоев грунта на различных этапах строительно-монтажных работ [24, 116];

Стесненность участка застройки. Эта характеристика строительной площадки оказывает влияние на организационно-технологические решения. Степень стесненности условий строительства отображается в проекте организации строительства (ПОС). В ПОСе предусматривается организация строительства в условиях стесненности на разных этапах строительства с планированием организационно-технической схемы производства работ [22].

Организация строительства в таких условиях обычно включает в себя поиск решений по логистике и складированию материалов (если оно возможно), в редких случаях выполняется монтаж с колес [6, 80]. Стесненные условия влияют на выбор технологий строительства, выбор машин и механизмов, на организацию движения по строительной площадке и расположения технических средств на различных этапах строительства [15, 72]. В зависимости от степени стесненности, возможно обоснование необходимости использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства.

Стеснённые условия в застроенной части городов согласно ТСН 2001.3, приложение 2, п.2, характеризуются наличием трёх из указанных ниже факторов:

- интенсивного движения городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места работы, обуславливающих необходимость строительства короткими захватками, включая восстановление разрушенных покрытий и посадку зелени;

- разветвлённой сети существующих подземных коммуникаций, подлежащих подвеске или перекладке;

- жилых или производственных зданий, а также сохраняемых зеленых насаждений в непосредственной близости от места работ;

- стеснённых условий складирования материалов или невозможности их складирования на строительной площадке для нормального обеспечения материалами рабочих [98];

- при строительстве объектов, когда плотность застройки объектов превышает нормативную на 20% и более;

- при строительстве объектов, когда в соответствии с требованиями правил техники безопасности, проектом организации строительства предусмотрено ограничение поворота стрелы башенного крана.

При проектировании здания в условиях стесненной застройки следует предусматривать оценку влияния на существующую застройку, вести мониторинг состояния зданий, входящих в пятно влияния нового строительства. Цель мониторинга – обеспечения безопасной эксплуатации соседних зданий, предотвратить негативные последствия просадок грунтов, своевременно принимая необходимые меры [91, 95]. Существует необходимость предусмотреть этапность и сроки завоза строительных материалов, возможность их складирования на доступных для этого площадях. Также стоит предусмотреть возможность использования необходимой строительной техники, в случае ее крупных габаритов и невозможности использования в данных условиях, искать аналоги. Что касается календарного графика строительства, тут тоже следует ожидать сдвиг сроков вправо, так как условия стесненности способствуют увеличению сроков строительства. Все перечисленные особенности необходимо учитывать на проектом этапе, ведь некоторые неверные проектные и организационные решения, связанные со спецификой стесненности могут застопорить строительный процесс и увеличить сроки строительства, и тогда решения придется разрабатывать на ходу, что с качественным проектированием уникальных заглубленных зданий соотноситься никак не может;

Воздействие на существующие здания – в случае воздействия на существующие здания, а при устройстве глубоких котлованов такое воздействие часто имеет место быть, применяются меры по сокращению степени этого воздействия и усилению фундаментов существующих зданий [93, 96]. Главенствующую роль во влиянии нового строительства на существующие здания имеют грунтовые воды. Котлован, который имеет ограждающие конструкции, (стена в грунте, заглубленная в водоупор) отсекающие грунтовые воды, создает искусственное препятствие для воды, нарушая геофизические и геоморфологические условия участка. Потоки воды вынуждены огибать возникшую преграду, меняя направление, соответственно изменяя характеристику смежных грунтов. В грунтах основания зданий, находящихся в пятне влияния строительства, происходит размывание минеральной

составляющей пород, в результате чего могут образовываться провалы, песчаные и супесчаные грунты становятся водонасыщенными, приобретая свойства плавающих грунтов [92, 109]. В результате описанных процессов происходит неравномерная осадка здания, которая стремительно может привести строение из работоспособного состояния в аварийное, а в отдельных случаях последствия могут быть разрушительными.

Тщательные исследования и геологические изыскания с применением современного оборудования и программного обеспечения необходимы при анализе и определении размеров пятна влияния нового строительства (пример см. рис.1) на существующую застройку.

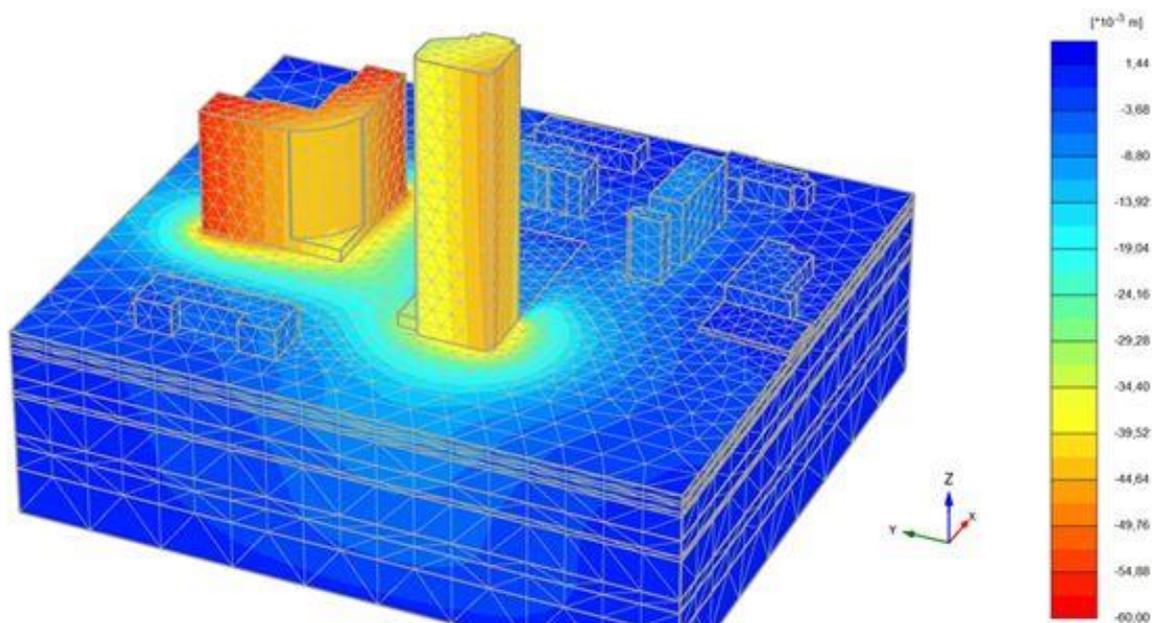


Рисунок 1. Пример демонстрации зон влияния зданий, расположенных поблизости, с помощью изополей.

Использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте. Факт применения новых узлов и новых нетиповых конструкций с комплексными узлами сопряжений требует помимо дополнительных проверочных расчетов на общую устойчивость и несущую способность конструкции разрабатывать ППР на монтажные работы и на транспортировку строительных конструкций [75]. При транспортировке в конструкциях с укрупненной сборкой возникают большие напряжения, чем при

эксплуатационной нагрузке, что требует особых приспособлений и транспортных механизмов для перевозки уникальных конструкций [70]. В ППР необходимо предусматривать особые условия при транспортировке и проектировать сборку конструкции с соблюдением этапности (добавлять временные опоры, вывешивать элементы конструкции, монтировать конструкцию относительно центра симметрии – работы по раскружаливанию), обеспечивать пространственную жесткость и устойчивость конструкции в процессе монтажа до полной готовности.

Водопонижение. В зависимости от скорости притока воды в котлован через толщу грунта выбираются и проектируются методы и средства водопонижения [66, 78]. При заглубленном строительстве и наличии вскрытого горизонта грунтовых вод, необходимо учитывать это обстоятельство при проектировании водопонижающих установок и устройства открытого водоотлива, выполняя фильтрационные расчеты [41, 51].

Задачей фильтрационных расчётов является определение величины водопритока в котлован, возникающего за счёт снижения уровня подземных вод (УПВ) до проектных отметок дна котлована. Отметка сниженного УПВ должна обеспечить разработку котлована в сухих грунтах [62, 125].

Климат – особенности климата связаны с дополнительными расчетами несущих конструкций и мероприятиями по водопонижению или отсечения уровня грунтовых и осадочных вод. Снеговой район оценивается привычным распределением в соответствии с интенсивностью снеговой нагрузки по регионам.

Также необходимо учитывать сочетания распределения снеговой нагрузки на сложные по исполнению многоуровневые несимметричные конструкции покрытия, несмотря на третий номер снегового района, к которому относится г. Москва. В строительной практике накопилось множество аварий, произошедших по непредсказуемым сценариям, в последствии которых были полностью разрушены или обрушены конструкции покрытия [8,11]. Примером таких аварий

являются ангарные строения. Один из случаев произошел при уборке снега с крыши ангара. Снег счищался рабочими неравномерно – полностью была очищена половина покрытия в продольном направлении ангара. Конструкции не выдержали неравномерно распределенную нагрузку по покрытию, в то же время нагрузка была равномерно распределенной, но только на одной половине покрытия, в результате кровля обвалилась. Следует отметить критическую роль распределения снеговых нагрузок в совокупности с действиями человека и человеческим фактором на геометрическую неизменяемость конструкций покрытия и безопасность здания в целом [93, 124]. Не столько опасна снеговая нагрузка, превышающая проектные значения, сколько неравномерно распределенная. При полностью покрытой крыше ангара большими массами снега условия по предельным состояниям двух групп полностью удовлетворялись, что подтверждалось расчетами [33, 36]. Делая вывод из случившегося, необходимо учитывать возможность неравномерного распределения снежных масс на конструкциях разноуровневых и несимметричных покрытий.

Увлажнение характеризуется коэффициентом, который представляет собой отношение годового количества выпавших осадков к годовой интенсивности испаряемости.

Вычисляется по формуле

$$K_y = \frac{R}{E} \quad (1.1)$$

где: K_y — коэффициент увлажнения;

R — среднегодовое количество осадков в мм;

E — величина испаряемости (количество влаги, которое может испариться с водной поверхности при данной температуре) в мм.

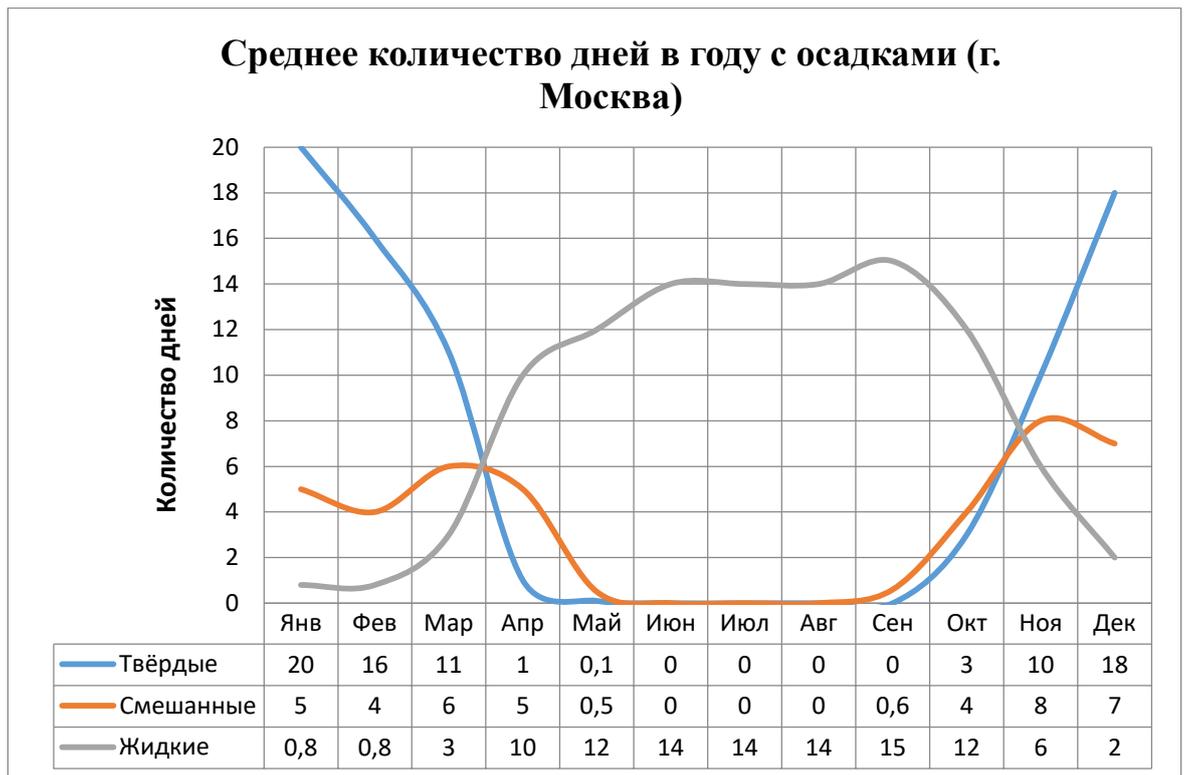


Рисунок 2. Среднее количество дней в году с осадками в г. Москва.

При $K_y > 1$ — увлажнение избыточное (тундра, лесотундра, тайга, экваториальные леса).

При $K_y \approx 1$ — увлажнение достаточное (смешанные или широколиственные леса, иногда субтропические и тропические леса).

При $K_y < 1$ — увлажнение недостаточное (степь, лесостепь, саванна, полусухие субтропики, пустыня, полупустыня).

Исходя из данных графиков (рис. 2, 3), в г. Москва большую часть года преобладают осадки в виде дождя. По этой причине сильное влияние на ход строительства будет оказывать качество проектирования водопонижающих установок и водоотводящих путей.



Рисунок 3. Преобладающие погодные явления в году по месяцам в г. Москва.

Пожарная безопасность – целесообразно уделять дополнительное внимание пожарной безопасности по причине того, что здание, находящееся на глубине или в большей своей части заглублено, в случае ЧС невозможно потушить стандартными способами, экстренные службы в данном случае бесполезны. Системы пожаротушения необходимо проектировать с учетом того, что спроектированные системы будут единственным средством для ликвидации пожара [37]. Проектная документация должна содержать отдельный раздел «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности».

Разработанные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и принятые технические решения не могут быть распространены на другие аналогичные объекты без дополнительного согласования.

Противопожарные мероприятия, не указанные в соответствующем разделе, принимаются в соответствии с действующими стандартами, нормами и

правилами, предусматривающими мероприятия по обеспечению пожарной безопасности проектируемого здания.

Целью раздела противопожарной защиты является создание совокупности требований и проектных решений, при которых обеспечивается пожарная безопасность здания, как на стадии проектирования, так и в процессе строительства, эксплуатации.

Система обеспечения пожарной безопасности в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара [39].

Основными задачами разработки перечня противопожарных мероприятий являются:

- приоритетность требований, направленных на обеспечение безопасности
- людей при пожаре, по сравнению с другими противопожарными требованиями;
- применимость противопожарных требований к объектам защиты на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, включая реконструкцию, ремонт и изменение функционального назначения;
- изложение главных требований к противопожарной защите зданий и сооружений в форме целей этой защиты;
- максимально возможное сокращение описательных требований к средствам и способам обеспечения пожарной безопасности на объекте;
- более объективный и дифференцированный учет функционального назначения зданий и сооружений, реакции находящихся в них людей, а

также конструкций и материалов, из которых они построены, на возникновение и развитие пожара и для расширения вариантности и повышения адекватности выбора средств и способов противопожарной защиты угрозе пожара.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности основаны на обобщенном практическом опыте противопожарной защиты массового применения, а также научных разработках в области огнестойкости и пожарной опасности материалов, строительных конструкций.

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями [76].

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Неблагоприятная геологическая обстановка – особенности участка строительства, которые необходимо учитывать при разработке мероприятий по предотвращению опасных ситуаций в районах строительства, подверженных влиянию неблагоприятных геологических процессов. Существуют категории устойчивости территории к провалообразованию, по которым характеризуется интенсивность провалообразования (табл. 1).

Таблица 1. Категории устойчивости относительно интенсивности провалообразования

Категории устойчивости территории относительно интенсивности образования карстовых провалов	Интенсивность провалообразования (среднегодовое количество провалов на 1 км ² территории, ед. /км ² ·год)
I	Свыше 1,0
II	Свыше 0,1 до 1,0
III	Свыше 0,05 до 0,1
IV	Свыше 0,01 до 0,05
V	До 0,01
VI*	Провалообразование исключается

Категория устойчивости территории относительно образования карстовых провалов обозначается двойным индексом (кроме категории VI), включающим римскую цифру, соответствующую параметру интенсивности, и заглавную букву, соответствующую среднему диаметру карстового провала (табл. 2).

Таблица 2. Категории устойчивости относительно средних диаметров карстовых провалов

Категории устойчивости территории относительно средних диаметров карстовых провалов	Средние диаметры провалов, м
A	Свыше 20
B	Свыше 10 до 20
B	Свыше 3 до 10
Г	До 3

Территория Москвы подвержена карстово-суффозионным явлениям в виду гидрогеологических условий и структурно-геологических особенностей пород, способствующих развитию этих явлений. Карта Москвы территориально

разделена на участки с потенциально опасными карстово-суффозионными явлениями (рис. 4).

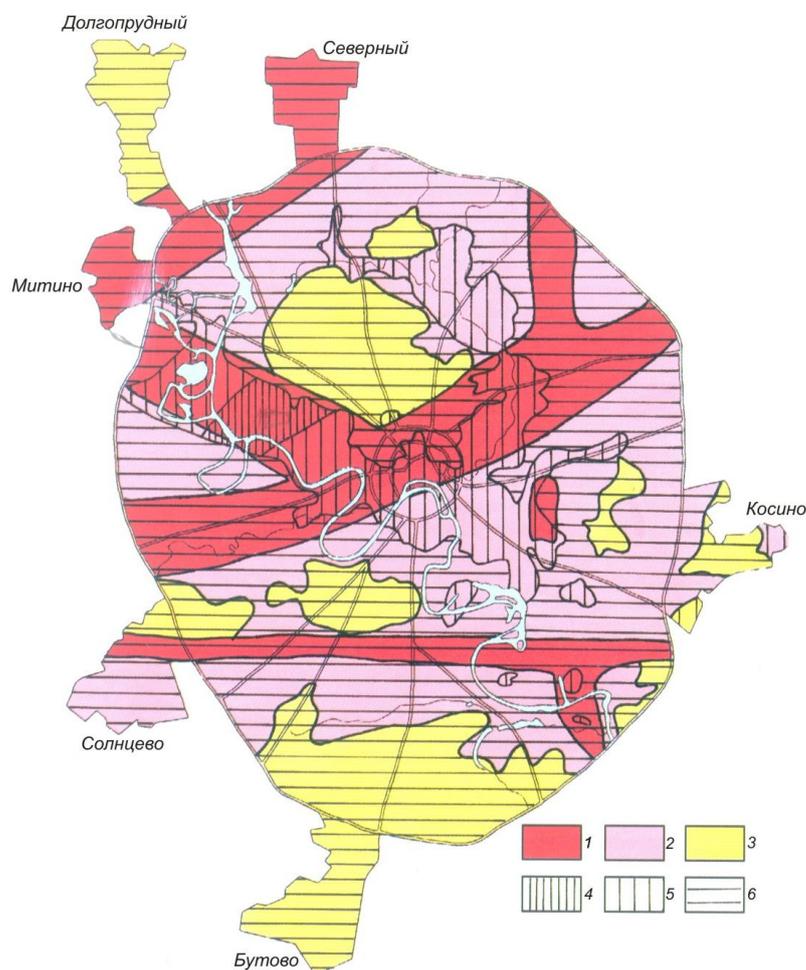


Рисунок 4. Карта карстовой и карстово-суффозионной опасности г. Москвы. Где категории карстовой опасности: 1- весьма опасная, 2 – опасная, 3- малоопасная;

категории карстово-суффозионной опасности: 4- весьма опасная, 5 – опасная, 6- малоопасная

В московском регионе существуют и оползневые явления, чему в очередной раз способствуют гидрогеологические условия местности. Расположены они в долине реки Москвы, из карты видно (рис. 5), что оползни в основном ограниченно развиты, а подвижные и развитые закреплены противооползневыми сооружениями.

Все три геологических явления представляют опасность для зданий, находящихся вблизи или в зоне активных процессов. При проектировании новых

зданий и сооружений необходимо досконально исследовать возможные неблагоприятные геологические процессы, особенно в рассматриваемом случае уникальных заглубленных зданий [60]. Мероприятия по предотвращению негативных геологических явлений жизненно необходимо планировать и проектировать заблаговременно с просчетом нескольких сценариев развития процессов. Несвоевременное принятие мер по недопущению развития опасных природных явлений будет бесполезным, так как эти начавшиеся и прогрессирующие процессы необратимы [73].

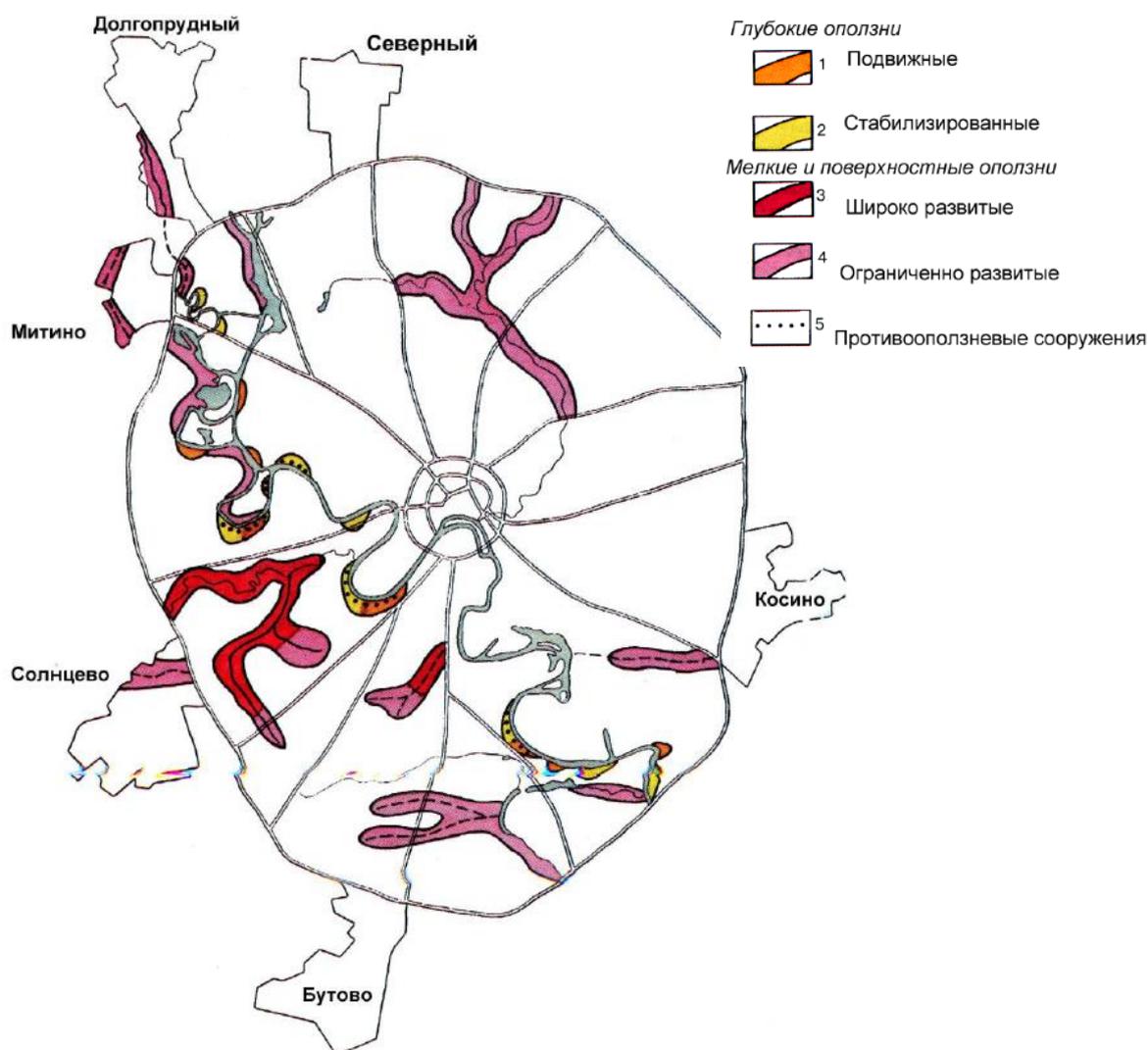


Рисунок 5. Карта оползневых явлений в городе Москва.

Описанные критические точки проектирования, наиболее часто встречаются в практике заглубленного строительства и оказывают влияние на проектирование уникальных заглубленных зданий и сооружений. Чтобы реализация проекта была

успешной и качественной эти особенности условий участка строительства необходимо учитывать при проектировании уникальных заглубленных зданий. Представленные особенности проектирования заглубленных зданий еще никогда не были взаимоувязаны и изучены для комплексной оценки условий будущего проекта. С помощью такого инструмента, как научно-техническое сопровождение проектирования, которое появилось недавно, появляется возможность взаимоувязать упомянутые критические точки проектирования заглубленных зданий, детально изучить их, и использовать как основу для качественного, сбалансированного и прогрессивного проектирования.

1.4. Научно-техническое сопровождение при проектировании заглубленных зданий и сооружений.

Строительная отрасль обеспечивает человека основной средой обитания в городах. Аварийные ситуации на разных этапах жизненного цикла зданий происходят несмотря на развитие технологий и новых методов строительства. Аварии происходят по причинам несоблюдения технологий строительства, ошибок при проектировании, неправильной эксплуатации зданий, некорректных действий при демонтаже и полной ликвидации зданий и сооружений. При этом возрастает число уникальных зданий (с заглублением ниже 15м от планировочной отметки грунта), вводимых в эксплуатацию. Безусловно, нельзя разделить безопасность и надежность зданий по неким категориям, но в случае с уникальными и особо сложными заглубленными зданиями, безопасности следует уделять особое повышенное внимание, так как в случае аварий и разрушений такого типа зданий, последствия могут быть в разы драматичнее [47, 111]. Для безопасного производства работ и функционирования здания в будущем необходимо качественно выполнять проектирование и строительно-монтажные работы.

С целью обеспечения должного уровня безопасности и надежности уникальных и особо сложных объектов в рамках технического регулирования относительно недавно стал использоваться такой инструмент, как научно-

техническое сопровождение (НТС), применение которого возможно на всех этапах жизненного цикла объекта [57, 117]. Примеры использования научно-технического сопровождения на разных стадиях жизненного цикла уникальных зданий были приведены ранее на объектах разного целевого назначения и с разными уровнями организационно-технологических и технических сложностей. В период действия постановления правительства №1521 с 01.07.2015 по 01.08.2020 НТС являлся обязательным для всех объектов, имеющих повышенный уровень ответственности (класс зданий КС-3). В данной работе научно-техническое сопровождение исследуется на этапе проектирования (НТСП) [55].

Научно-техническое сопровождение проектирования – это комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, выполняемых силами специализированной организации на этапе проектирования объекта с целью обеспечения надежности и безопасности объекта, с учётом применяемых нестандартных проектных и технических решений, материалов, конструкций и технологий [69, 71].

Целесообразность использования НТС обусловлена ценностью генерируемых решений по обеспечению безопасности и в организационно-технологических аспектах. Решения имеют не только сопроводительный безопасному возведению характер, некоторые из них заполняют пробелы проектной документации, вопросы, которые до использования НТС были не решенными, могут быть решены [84]. Благодаря НТС возможно сокращение стоимости строительства и сроков возведения, что не может не представлять интерес для заказчиков уникальных зданий и сооружений.

НТС также имеет большой потенциал для поиска лучшего проектного решения из всех существующих [63]. При этом существуют характерные особенности при проектировании уникальных зданий и сооружений, которые первостепенно следует учитывать при проведении работ в рамках научно-технического сопровождения проектирования уникального объекта, а параметр,

по которому здание относится к уникальному, будь то пролеты более 100м, заглубление более 15м или высота более 100м, делает НТСП более специфичным. В виду этой специфики работы научно-технического сопровождения для удобства рекомендуется систематизировать, что на текущий момент не сделано. В настоящее время использование научно-технического сопровождения проекта на различных стадиях его жизненного цикла сопряжено с формальными проблемами, а именно:

1. Работы, предусмотренные программами научно-технического сопровождения обширны, а критерии оценки необходимости проведения той или иной работ для отдельного проекта не существуют;
2. Затраты на научно-техническое сопровождение не включены в сметную стоимость проекта (вытекает из первого пункта);
3. Между проектным звеном от заказчика и специализированной организацией, занимающейся НТС слабая степень взаимодействия в виду частого формального подхода заказчика к проведению НТС;
4. Проектное звено и специализированная организация зачастую работают порознь, в результате чего возникают противоречия, которые снижают эффективность применения НТС до минимума.

По причине имеющихся проблем в применении НТС целесообразно изучить факторы, оказывающие влияние на состав работ научно-технического сопровождения. В рамках этой работы, изучение факторов, влияющих на состав работ научно-технического сопровождения, будет ограничиваться применением НТС на проектной стадии жизненного цикла заглубленных зданий и сооружений с заглублением более 15м ниже планировочной отметки земли.

1.5. Выводы по главе 1

1. Рассмотрены типы уникальных зданий и сооружений, также характеристики зданий, относящие их к уникальным.
2. Описаны особенности возведения и проектирования уникальных зданий и сооружений с заглублением ниже планировочной отметки земли более 15м.
3. Проанализированы технологии и методы строительства заглубленных зданий и сооружений, возникающие сложности при проектировании и организации производства работ для таких типов зданий.
4. Уточнено понятие научно-технического сопровождения, его цели, роль в проектировании и строительстве уникальных зданий.
5. Выявлено отсутствие конкретных указаний и методов по определению необходимого и обоснованного состава работ при научно-техническом сопровождении проектирования заглубленных зданий и отсюда следующая невозможность включения работ НТСП в сметную стоимость.
6. Был сделан вывод о целесообразности изучения факторов, влияющих на состав работ НТСП заглубленных зданий.

ГЛАВА 2. ОСНОВЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

2.1. Состав работ, выполняемых при научно-техническом сопровождении

Как было описано ранее, при проектировании заглубленных зданий и сооружений, общий состав работ НТСП имеет характерные особенности, таким образом, при структурном анализе общего состава работ НТС на разных стадиях жизненного цикла объекта, были выделены работы, разделенные на три блока (проверка и дополнение проектных решений, проверка и дополнение организационно-технологических решений, подготовка программы геотехнического мониторинга), которые имеют отношение к проектированию заглубленных зданий и сооружений. Таким образом, была введена структуризация работ по блокам. В результате, мы имеем общий перечень возможных работ НТС при проектировании заглубленных зданий и сооружений. Этот перечень может использоваться как при проектировании здания с заглублением без возвышающейся части, в обычных геологических и климатических условиях, так и при проектировании здания с возвышающейся частью в два десятка этажей, в сложных погодных и геологических условиях с развитием карстовых явлений, в условиях стесненной застройки. В представленном случае из общего перечня работ НТСП, генеральным проектировщиком будут выбраны существенно различающиеся наборы работ научно-технического сопровождения проектирования, по очевидным причинам. Но порой такой выбор весьма сложно обосновать, как собственно и сделать выбор в пользу того или иного мероприятия в рамках НТСП.

В виду большого разнообразия условий будущего строительства, беря во внимание многочисленные вариации объемно-планировочных, организационно-технологических, конструкционных и проектных решений, целесообразно изучить множественные факторы, влияющие на проводимые работы в рамках

НТСП. Необходимо изучить факторы и соответствующие параметры факторов, выявить взаимосвязанные факторы, степень корреляции между ними, с целью создания программного инструмента, который на основе факторов, учитывал бы все характеристики будущего участка строительства, конструктивные и организационно-технологические особенности отдельно взятого проекта. И на основе этих данных формировался бы обоснованный перечень работ, которые необходимо выполнить в рамках научно-технического сопровождения проектирования заглабленного здания или сооружения для успешной реализации проекта.

Проанализирован общий перечень возможных работ НТС, осуществляемый на разных стадиях жизненного цикла здания (изыскания, проектирование и строительство). Данный перечень работ дает представление о возможностях НТС и о потенциально полезных результатах, которые можно применить при его использовании.

Первым этапом научно-технического сопровождения является проведение научно-технического сопровождения при инженерных изысканиях. На этом этапе специализированная организация, проводящая НТС, анализирует имеющуюся информацию по инженерным изысканиям, полученную со стороны заказчика, в случае ее наличия, либо совместно с лицами, осуществляющими изыскания со стороны заказчика, начинает подготовительные работы к инженерным изысканиям. Как правило, на момент начала работ по научно-техническому сопровождению изысканий, сторона заказчика имеет техническое задание на проведение изысканий и располагает некоторыми результатами инженерных изысканий, проведенных своими силами. Специалисты научно-технического сопровождения могут представить рекомендации к техническому заданию и программе инженерных изысканий, выполнить своими силами ряд дополнительных процедур для уточнения геологической обстановки.

Полученные результаты инженерных изысканий со стороны заказчика либо в результате совместной работы специалистов НТС и команды заказчика, либо в

результате работы, организации, проводящей НТС, подвергаются оценке и анализу. Затем оцениваются геологические риски и общие особенности местности. Следующим этапом выполняются опытно-исследовательские работы для проектирования или корректировки проектов оснований и фундаментов подземных частей сооружений.

Научно-техническое сопровождение при проведении инженерных изысканий включает в себя следующие работы:

1. Разработка рекомендаций к техническому заданию и программе инженерных изысканий;
2. Оценка и анализ материалов инженерных изысканий;
3. Оценка геологических рисков;
4. Выполнение опытно-исследовательских работ для проектирования оснований, фундаментов и подземных частей сооружений.

Следующим этапом после научно-технического сопровождения при проведении изысканий является научно-техническое сопровождение при проектировании. Этот этап может начинаться при начале проектирования, организация, выполняющая НТСП, включается в работу в то же время, с целью корректировки принимаемых проектных решений стороной заказчика, либо разрабатывать проектные решения, когда сторона заказчика не имеет решений. Также организация, проводящая НТСП, производит поверочные расчеты ответственных конструкций и узлов, и, по результатам расчетов, в случае необходимости, рекомендует внесение изменений. Проводятся необходимые расчеты и уточнения, формируются прогнозы, разрабатывается программа работ НТСП, включающая различные виды мониторинга (геотехнического, экологического и технического).

Научно-техническое сопровождение при проектировании может включать в себя следующие работы [71, 87, 102]:

1. Совместные работы стороны заказчика и организации, специализирующейся на проведении научно-технического сопровождения проектирования, над созданием технического задания на проектирование.
2. Независимое составление расчетных моделей с использованием альтернативных сертифицированных программных средств, сравнительный анализ расчетных схем и полученных результатов расчета, осуществляемый организацией, отличной от той, которая разрабатывала.
 - определение соответствия принятых конструктивных решений требованиям действующих норм и правил проектирования;
 - определение правильности расчетных моделей, использованных при проектировании (проведение двух независимых расчетов с использованием независимо разработанных программных средств; в рамках НТС выполняется сравнительный анализ расчетных схем и результатов расчетов; для зданий повышенного уровня ответственности (класс КС-3 по ГОСТ 27751-2014) первый расчет выполняется генеральным проектировщиком, второй - организацией, выполняющей НТС);
 - проверка обоснованности принятых проектных решений, не регламентированных нормативными документами;
 - локальная проверка проектных решений, расчетов наиболее ответственных элементов конструкции;
3. Выполнение испытаний новых конструкций, узлов и элементов соединений, применяемых при строительстве здания, интерпретация результатов испытаний;
4. Уточнение распределения снеговых нагрузок по покрытию зданий и сооружений;
5. Уточнение аэродинамических коэффициентов на основании модельных испытаний в аэродинамической трубе;

6. Разработка нестандартных методов расчета и анализа при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;
7. Прогноз состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий;
8. Геотехнический прогноз влияния строительства на окружающую застройку, геологическую среду и экологическую обстановку;
9. Выявление возможных сценариев аварийных ситуаций в части оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;
10. Разработка технологических регламентов на специальные виды работ;
11. Участие в разработке проекта организации строительства (ПОС);
12. Геотехническая экспертиза;
13. Совместные расчеты в объемной постановке системы «основание – фундамент – сооружение» в объеме, достаточном для разработки проектного решения по устройству фундамента.
14. Разработка программы научно-технического сопровождения строительства, в том числе:
 - разработка программы технического мониторинга при возведении и эксплуатации новых сооружений;
 - разработка программы геотехнического и экологического мониторинга;

Следующим этапом научно-технического сопровождения следует НТС строительства. На этом этапе прогрессивными и современными методами происходит контроль хода строительства по принятым программам мониторинга. Данные хода строительства собираются и анализируются, в некоторых случаях наблюдение ведется в режиме реального времени. При анализе всех видов мониторинга формируется прогноз о дальнейшем ходе строительства. В случае выявления отклонений от результатов прогноза технического или геотехнического мониторинга, принимается решение об оперативных

корректировках или внесении рекомендаций в проектные решения. Рекомендации и корректировки проектных решений разрабатываются непосредственно организацией, ведущей научно-техническое сопровождение строительства.

Инженерный состав специализированной организации, выполняющей НТСС, независимо от генподрядной организации выполняет контроль качества строительно-монтажных работ на площадке, участвует в разработке ППР на различные виды работ, может участвовать в выборочном входном контроле качества строительных материалов и конструкций, поступающих на строительную площадку, формируя отчет для заказчика о своей деятельности в конце установленных отчетных периодов. При НТСС, лица его осуществляющие проводят иные мероприятия, направленные на качественное и безопасное ведение СМР в рамках принятой программы научно-технического сопровождения строительства.

Научно-техническое сопровождение при строительстве может включать следующие работы:

1. Осуществление технического и геотехнического мониторинга;
2. Обобщение и анализ результатов технического мониторинга при возведении;
3. Обобщение и анализ результатов всех видов геотехнического мониторинга, их сопоставление с результатами прогноза;
4. Оперативная разработка рекомендаций или корректировка проектных решений на основании данных технического и геотехнического мониторинга при выявлении отклонений от результатов прогноза;
5. Все виды дополнительных работ, определенных на стадии научно-технического сопровождения подготовки проектной документации;
6. Контроль качества СМР на всех этапах строительства:
 - рассмотрение и согласование ПОС, и на его основании разработка проекта организации производства сварочных работ, ТР отдельных видов работ (сборки болтовых соединений, арматурных и бетонных работ, неразрушающего контроля прочности бетона и т.д.);

- выполнение локальных расчетов конструкций при выявлении отклонений от проектных решений и/или от норм на монтаж и изготовление конструкций (или составление рекомендаций для выполнения таких расчетов);
- выполнение контрольных испытаний материалов, соединений, крепежных элементов;
- разработка рекомендаций по выборочному контролю качества материалов, соединений, крепежных элементов;
- разработку дополнительных требований по приемке смонтированных конструкций при отсутствии соответствующих требований в нормах на монтаж и изготовление конструкций;
- выборочный входной контроль качества материалов и конструкций на строительной площадке;
- контроль качества изготовления конструкций и крепежных элементов на предприятиях-изготовителях;
- другие мероприятия, предусмотренные программой НТС, при реализации которых обеспечивается безопасность строительства и эксплуатации здания;
- контроль качества изготовления конструкций и крепежных элементов на предприятиях-изготовителях;
- другие мероприятия, предусмотренные программой НТС, при реализации которых обеспечивается безопасность строительства и эксплуатации здания.

Научно-техническое сопровождение может быть применено на различных этапах жизненного цикла: от инженерных изысканий до строительства и эксплуатации. Выбор применения НТС на одном из этапов или на всех этапах жизненного цикла проекта зависит от возможностей и желания заказчика. Но лучшим вариантом применения НТС является его комплексное рациональное внедрение на всех этапах жизненного цикла, проблема в том, что на сегодняшний

день рационально к этой задаче внедрения НТС подойти невозможно в виду ее обширности и некоторых встречающихся противоречий.

В рамках этой научной работы в связи с причинами, указанными выше, углубленно будут изучены работы научно-технического сопровождения на стадии проектирования заглубленных на глубину более 15м относительно планировочной отметки земли зданий и сооружений с учетом тех работ научно-технического сопровождения, которые проводятся на этапах изысканий и строительства. А также, от чего зависит состав работ, какие из них необходимы и будут иметь положительный эффект при проектировании заглубленных зданий и сооружений.

Методом структурного анализа было проведено исследование общего перечня работ НТС с выделением характерных работ и мероприятий, которые могут осуществляться при проведении научно-технического сопровождения проектирования заглубленных ниже планировочной отметки земли более чем на 15м зданий и сооружений. Работы НТСП были разделены на три блока:

1. Проверка и дополнение проектных решений;
2. Проверка и дополнение организационно-технологических решений;
3. Подготовка программы геотехнического мониторинга;

2.1.1. Проверка и дополнение проектных решений

Данный раздел (блок) в составе работ научно-технического сопровождения проектирования состоит из работ научно-технического сопровождения, роль которых заключается в обеспечении механической безопасности здания, путем проектирования новых конструкций и узлов, разработки проектных решений от прогрессирующего обрушения, выполнения поверочных и альтернативных расчетов ответственных конструкций и узлов, включая нестандартные методы расчета. Блок «проверка и дополнение проектных решений» был выделен из общего состава работ научно-технического сопровождения проектирования с целью классификации работ по характерным разделам для информирования

заказчика об объеме работ раздела «проверка и дополнение проектных решений» в будущем.

Блок состоит из следующих работ:

1. Проверка обоснованности принятых проектных решений: локальная проверка проектных решений, расчет наиболее ответственных элементов конструкции;
2. Разработка нестандартных методов расчета и анализа при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;
3. Прогнозирование состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий;
4. Выявление возможных сценариев аварийных ситуаций в части оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;
5. Выполнение совместных расчетов в объемной постановке системы «основание – фундамент – сооружение» в объеме, достаточном для разработки проектного решения по устройству фундамента;
6. Выполнение поверочных и альтернативных расчетов;
7. Моделирование новых конструкций, узлов и элементов соединений, формирование расчетных схем;
8. Альтернативный расчет конструкций покрытия, уточнение распределения снеговых нагрузок по покрытию;
9. Разработка проектных решений от прогрессирующего разрушения:
 - Разрушение (удаление) двух пересекающихся стен одного этажа на участке от их пересечения до ближайших проемов на каждой стене или до следующего пересечения с другой стеной длиной не более 10 метров, что соответствует повреждению конструкций в круге площадью до 80 м²(площадь локального разрушения);
 - Разрушение колонн либо колонн с примыкающими к ним участками стен, расположенных на одном этаже на площади локального разрушения;
 - Обрушение участка перекрытия одного этажа на площади локального разрушения.

2.1.2. Проверка и дополнение организационно-технологических решений

Данный раздел (блок) в составе работ научно-технического сопровождения проектирования состоит из работ научно-технического сопровождения, роль которых заключается в проверке, оптимизации и дополнении организационно-технологических решений. Блок «проверка и дополнение организационно-технологических решений» был выделен из общего состава работ научно-технического сопровождения проектирования с целью классификации работ по характерным разделам для информирования заказчика об объеме работ раздела «проверка и дополнение организационно-технологических решений» в будущем.

Блок состоит из следующих работ:

1. Разработка ПОС с описанием технологии выполнения работ по устройству глубокого котлована, мероприятий по исключению разуплотнения грунтов основания и изменения их физико-механических свойств, а также разуплотнение обжатых грунтов оснований существующих зданий и сооружений окружающей застройки и объектов инженерной инфраструктуры, попадающих в зону влияния строительства;
2. Разработка раздела ПОС при возведении объекта в стесненных условиях существующей застройки;
3. Разработка раздела ПОС по сносу и демонтажу аварийных зданий;
4. Разработка раздела ПОС при строительстве в условиях миграции диких животных;
5. Разработка раздела ПОС при строительстве в условиях неблагоприятных геологических явлений;
6. Разработка раздела ПОС в условиях сжатых сроков строительства.
7. Разработка специальных технических условий по пожарной безопасности, в т.ч. проектирование новых систем и конструкций;
8. Анализ проектной документации, поиск возможностей максимально механизировать производство. Корректировка или подбор эффективного комплекта машин и механизмов;

9. Предусмотреть дополнительный контроль геометрии несущих элементов. Формирование указаний в ПОС по разработке ППГР;
10. Разработка мероприятий по сбору и отводу грунтовых, поверхностных вод, атмосферных осадков - для предотвращения замачивания грунтов основания;
11. Проектирование систем для откачивания грунтовых вод при водопонижении и водоотливе в зоне влияния строительства;
12. Разработка инженерно-технических решений, реализация которых обеспечивает прочность и устойчивость здания или сооружения, расположенного в зоне влияния строительства (устойчивость бермы котлована, сохранность транспортной инфраструктуры и др.);
13. Формирование дополнительных требований по организации лабораторного контроля и входного контроля качества материалов и конструкций;
14. Проверка технологической последовательности СМР по возведению объекта, инженерной и транспортной инфраструктуры с учетом запланированных календарных сроков;
15. Проверка транспортной доступности завода ЖБИ, логистических аспектов;
16. Проверка условий, предусматривающих бесперебойную поставку бетона на строительную площадку, проверка наличия площадей для складирования;

2.1.3. Подготовка программы геотехнического мониторинга

Данный раздел (блок) в составе работ научно-технического сопровождения проектирования состоит из работ научно-технического сопровождения, формирующих программу геотехнического мониторинга. Раздел был выделен из общего состава работ научно-технического сопровождения проектирования с целью классификации работ по характерным разделам для информирования заказчика об объеме работ раздела «подготовка программы геотехнического мониторинга» в будущем.

Блок состоит из следующих работ:

1. Формирование отчета об инженерно-геологических изысканиях;
2. Подготовка заключения по результатам экологической экспертизы проекта;
3. Уточнение границ, в рамках которых разрешено использование земельного участка;
4. Формирование отчетов и других материалов по результатам обследования технического состояния существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства;
5. Прогнозирование влияния проведения земляных и строительно-монтажных работ на прочность и устойчивость зданий окружающей застройки;
6. Формирование перечня возводимых одновременно с основным объектом подземных или надземных сооружений, строительные работы на которых могут оказывать влияние (с указанием характера влияния) на результаты будущего мониторинга;
7. Предусмотреть проектом контроль фактического уровня грунтовых вод разных водоносных горизонтов, вскрытых скважинами при установке конструкций ограждения котлована;
8. Разработка мероприятий по контролю состояния бермы котлована: организация отвода поверхностных вод; весовые параметры складированных материалов и оборудования в пределах призмы обрушения; просадки грунта; провалы; развитием трещин;
9. Разработка программы мониторинга развития неблагоприятных геологических процессов (карст, суффозия, оползни, подъём грунтовых вод);
10. Разработка мероприятий, обеспечивающих стабильность параметров грунтов основания, учтённых в проекте при определении несущей способности фундаментной плиты или конструкции свайно-плитного фундамента.

2.2. Методологические принципы и подходы

Для достижения целей исследования в работе используются комбинации методов научного познания, в числе которых общенаучные методы и методологические подходы. В настоящем разделе описаны методы исследования и методологические подходы, которые с высокой степенью обоснованности применялись на различных стадиях исследования по теме научной работы.

Метод экспертных оценок как метод эмпирического познания основан на извлечении необходимой информации об исследуемых объектах по итогам полученных в процессе опроса экспертов данных, таких как: оценок, мнений и суждений. Полученные данные (ответ экспертов) обрабатываются при помощи статистических и математических расчетов, по итогам которых исследователь преобразовывает их в форму, удобную для дальнейшей обработки и проведения исследования.

Данный метод используют при затруднениях или полном отсутствии возможности проведения натурного эксперимента, наблюдения и изменения необходимых показателей исследования, а также в условия неопределенности исследуемых процессов.

Так для наблюдения и натурного измерения влияния факторов на НТСП, оценка возможных работ НТСП в соответствии с факторами и их параметрами, а также проверка эффективности принятых проектных решений при строительстве зданий и сооружений заглублением более 15 метров, является затруднительными. Затруднения вызваны необходимостью использования временных затрат (от проектирования до ввода объекта в эксплуатацию и как максимум – проверка эксплуатации объекта), доступом к проектным решениям и необходимостью анализа десятков объектов параллельно.

Таким образом, провести натурный эксперимент или прибегнуть к статистическим методам не представляется возможным. Лучше всего для поставленных целей в данной ситуации могут служить анкетирование с привлечением экспертов в рассматриваемой области, состоящих в реестре

специалистов и имеющих стаж в изучаемом вопросе не менее 5 лет. После экспертного оценивания предполагается перейти к моделированию программными способами инструмента по определению необходимого и достаточного состава работ НТСП заглубленных зданий и сооружений для частных случаев.

2.2.1. Теоретические методы

Анализ применялся для обоснования актуальности темы научного исследования, нахождения неизученных или требующих уточнений областей в научной деятельности и литературе, а также в нормативно-технической документации по строительству уникальных заглубленных зданий и применению НТС при их проектировании. Также были проанализированы: отечественная и зарубежная литература, предыдущие исследования по темам строительства и проектирования заглубленных уникальных зданий и сооружений, реализованные объекты с применением НТСП.

Итоги проведения анализа позволили отразить актуальность темы, определить область данного исследования, выявить факторы, влияющие на необходимость проведения НТС при проектировании заглубленных зданий и сооружений.

Следующим этапом проведения анализа был выбран способ разделения целого по частям – системно-структурный анализ был применен при определении взаимодействия отобранных факторов, позволивший изучить и сделать выводы касательно одновременного воздействия нескольких факторов или же их взаимоисключения. Дополнительно факторы были проанализированы более детально для определения значений их параметров. Проанализированы степени влияния того или иного параметра (значения) фактора на проектирование заглубленных зданий и сооружений, что позволило определить границы и интервалы значений.

Аналитическим методом и методом структурного анализа было проведено исследование понятия научно-технического сопровождения. Для заглубленных

зданий и сооружений, относящимся к уникальным, существует обобщенный перечень работ научно-технического сопровождения, а что касается применения НТС на стадии проектирования, системного подхода к данному виду деятельности не было обнаружено.

Синтез имеющихся данных по проводимым работам в части НТСП и факторам, влияющим на заглубленное строительство, позволил объединить работы НТСП согласно отобранным ранее факторам. А сами факторы «собрать» в блоки. Ранее при анализе общего перечня работ НТС вне зависимости от стадии жизненного цикла, были вычленены работы, касающиеся только научно-технического сопровождения проектирования с учетом специфики заглубленных зданий. При синтезе эти работы были распределены и объединены по трем блокам факторов. В итоге имеем общий перечень возможных работ для НТСП заглубленных зданий, который требуется подвергнуть дальнейшей обработке для достижения целей исследования.

Обработка предполагается следующего типа: исследовать факторы, влияющие на рекомендуемые к проведению работы в рамках НТСП заглубленных зданий, возможное отсеивание части факторов, которые оказывают наименее заметное влияние на принимаемые решения, раскрыть взаимосвязь между факторами и работами, выполняемыми в зависимости от меняющихся параметров факторов.

2.2.2. Эмпирический метод экспертных оценок

Экспертиза как метод обработки информации всегда применялась при формировании решений. Но исследования по ее рациональному применению были начаты только несколько десятилетий назад. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что сегодня экспертное оценивание это сформировавшийся научный метод анализа трудных задач, которые сложны своей неформализованностью.

Метод основан на количественной и качественной оценке экспертов поставленных задач, которая имеет под собой обоснование в виде математических

доказательств. В качестве решения проблемы служит общее мнение экспертов [12, 17].

Рассматриваемые задачи делятся на два класса – с достаточным и скудным информационным потенциалом. В первом случае хватает данных и опыта для решения такого рода задач, в этом случае эксперты являются качественными и точными оценщиками. Решением такой проблемы служит средневзвешенная оценка экспертов.

Что касается проблем второго уровня, то в этом случае мнение одного эксперта может быть правильным, но оно может выбиваться из общей картины оценок. Средневзвешенный показатель в таком случае не может быть взят в качестве решения задачи [16].

Чтобы применить метод экспертных оценок нужно разобраться в нескольких пунктах – подбор и количество экспертов, определиться с методом опроса, обеспечить достоверную обработку результатов. Эти задачи будут рассмотрены ниже.

Подбор группы экспертов по качественному и количественному показателям проводится, основываясь на масштаб рассматриваемой задачи, бюджетной составляющей и качеств экспертов, необходимых для решения задачи по определению наиболее важных факторов научно-технического сопровождения проектирования.

2.3.2.1. Личные качества экспертов, их влияние на экспертизу

Рассмотрим некоторые личные качества экспертов и их влияние на экспертизу.

Компетентность – степень квалификации эксперта в области рассматриваемых вопросов. Компетентность обычно оценивается при помощи заслуг эксперта в научной деятельности, наличие звания (но не всегда), осведомленность в текущем положении дел в сфере деятельности.

Вводится коэффициент компетентности, который влияет на отношение со стороны окружающих на результаты оценки эксперта. Этот коэффициент может

быть присвоен только другими экспертами по результатам участия в прошлых экспертизах.

Конформизм – свойство, при котором выражается подверженность авторитетному мнению. Проявляется особо отчетливо при проведении анализа методом дискуссии. Авторитетные представители экспертной группы подавляют менее опытных членов своим багажом опыта и статусом. По этой причине эксперты не должны знать положения друг друга в иерархичной системе отрасли. Это положительно сказывается на экспертизе.

Также немаловажно отношение самого эксперта в экспертизе, должна быть заинтересованность.

Конструктивность мышления – способность конструктивно, по делу давать оценки и решения рассматриваемым вопросам, которые имеют ценность при практическом применении.

Коллективизм – чувство сплоченности, поддержки, объединяющее качество по профессиональному признаку. Дух коллективизма важен при открытых дебатах и дискуссиях.

Самокритичность способность оценивать качество предлагаемых решений, признавать ошибки и способность к самоанализу сложившейся ситуации.

Анализ выше перечисленных характеристик представляет собой кропотливую работу. Эти характеристики довольно полно могут описать возможности эксперта. Но чем больше характеристик, тем сложнее понять, каких из них более важны, а какие представляют меньшую значимость. И в случае охарактеризования экспертов эти оценки бывают и положительными и отрицательными, что добавляет сложностей при формировании экспертной группы. По этой причине следует использовать обобщенную характеристику эксперта, которая дает нам данные об эксперте, как об «измерительном приборе». В роли этой характеристики выступает показатель достоверности заключений эксперта, но в этом случае требуются сведения об участии эксперта в прошлых экспертизах, что не всегда возможно [3,7].

В виду сложностей в поиске компетентных экспертов для определения наиболее значимых факторов для научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий, лучшим вариантом будет поиск экспертов в области проектирования и строительства заглубленных зданий с соответствующим опытом работы либо в национальном реестре специалистов строительной отрасли, имеющих подходящую специальность и стаж работы более 5 лет.

2.3.2.2. Опрос экспертов

Опрос экспертов включает в себя слушанья и фиксирование суждений экспертов по решаемой задаче. На этом этапе выполняются такие процедуры, как:

- организационно-методическое обеспечение опроса;
- постановка задач и предоставление вопросов;
- информационное обеспечение экспертов, в случае возникновения вопросов.

Для разных проблем применяются разные методы опроса, соответственно целесообразности метода. Основными методами опроса являются:

- анкетирование
- интервьюирование
- метод Дельфы
- мозговой штурм
- дискуссия

Выбор в пользу того или иного метода зависит от рассматриваемых вопросов, целей эксперимента, доступного времени для опроса и материальных возможностей обеспечивающих эксперимент.

Подробнее рассмотрим, как проходят опросы при вышеперечисленных способах получения результатов.

Анкетирование. Под анкетированием понимается опрос экспертного мнения при помощи анкеты в письменном виде. Эксперты должны заполнить данные о себе (занимаемая должность, ФИО, стаж, возраст, место работы). В анкете

формируется постановка вопроса, в котором экспертам предлагается оценить некий фактор или параметр по некоторым критериям, дать количественную либо качественную оценку в зависимости от свойств исследуемых вопросов [124]. Вопросы бывают трех типов: открытые, закрытые и с веером ответов.

Открытые вопросы применяются в случае неопределенности решаемой задачи. Этот тип вопросов дает возможность со всех сторон оценить рассматриваемую проблему, получить варианты мнений членов экспертизы. Недостатком таких вопросов является большая вероятность, что ответы будут различными в своем многообразии и будут даны в произвольной форме, что усложнит обработку данных.

«Закрытые вопросы применяются в случае рассмотрения четко определенных двух вариантов, когда требуется абсолютное большинство мнений. Обработка таких вопросов проста» [34].

Использование вопросов с веером ответов может быть осуществлено только в некоторых случаях, когда для опроса участников эксперимента используются шкалы с баллами. Каждый эксперт поочередно по всем вариантам выбирает значение оценки в баллах, где шкала может варьироваться от 1 до i , где 1 – рекомендуемый метод возведения, i – решительно нерекомендуемый метод, между 1 и i существуют промежуточные значения. Обработка таких результатов несколько сложнее по сравнению с закрытыми вопросами, но легче в сравнении с открытыми.

Анкетирование может проводиться в несколько этапов. Так называемые туры могут включать в себя сначала открытые вопросы или закрытые, а затем для точного окончательного решения применяется веерный опрос.

Помимо анкеты, экспертам вручается пояснение к экспертизе, своего рода техническое задание, где описаны цели экспертизы и на какой результат она направлена, описаны детали рассматриваемых вопросов, инструкция по заполнению анкеты и информация, что представляет из себя шкала, что подразумевается под числовыми значениями.

2.3.2.3. Обработка экспертных оценок

После опроса экспертов производится обработка результатов. Обрабатываются информационные данные в виде оценок экспертов, в виде вариативности ответов. Затем формируется вывод по исследованию.

Данные обрабатываются количественными методами. Они включают как числовые, так и текстовые ответы. Мы рассмотрим методы обработки проблем с достаточным информационным потенциалом.

В ходе обработки результатов решают следующие задачи:

- определение согласованности мнений экспертов;
- формирование обобщенной оценки объектов;
- определение зависимостей между мнениями экспертов;
- определение относительного веса критериев оценки;
- оценка достоверности результатов.

Согласованность оценок экспертов необходимо определять, чтобы подтвердить, что эксперты склонны к определенному решению задачи. Мера согласованности покажет разброс мнений, и величину в процентном соотношении насколько мнения сконцентрированы вокруг одной гипотезы [4].

Также эксперты ранжируют вес критериев отбора, по которым можно оценить насколько критерий считается важным по отношению к остальным.

Обрабатывать результаты вручную сложно, поэтому вычисления рекомендуется выполнять на вычислительной технике.

2.3.2.4. Определение согласованности экспертов

В качестве представления методов решения перечисленных выше задач рассмотрим задачу определения согласованности мнений экспертов.

Эксперты часто расходятся во мнениях, и показатель согласованности позволяет количественно определить степень согласованности экспертов и понять по каким причинам происходит расхождение во мнениях.

В качестве интерпретации меры согласованности мнений можно представить координатную сетку на плоскости, на которой будут отображены отдельные точки, характеризующие предпочтение экспертов по

рассматриваемому вопросу. И чем кучнее расположены точки, тем большая согласованность присутствует в конечных результатах, и наоборот, если точки расположены вдалеке друг от друга, не наблюдается четкого пятна мнений экспертов, соответственно мы наблюдаем низкую согласованность мнений. Также можно по характеру распределения точек понять, сколько мнений существует в группе [64].

С точки зрения математической статистики, эти точки представляют собой случайную величину и подчиняются закону нормального распределения. Центр группировки определяется как математическое ожидание, а разброс мнений количественно оценивается дисперсией случайной величины. Показателем согласованности оценок экспертов, т.е. компактности расположения точек на числовой оси, служит отношение среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию случайной величины.

Показателем согласованности может также служить количество точек, расположенных в радиусе среднеквадратического отклонения от среднего значения по отношению к общему количеству точек.

Рассмотрим матрицу результатов ранжировки m объектов группой из d экспертов $\|r_{is}\|$ ($s=1, d; i=1, m$), где r_{is} - ранг, присваиваемый s -м экспертом i -му объекту. Подсчитаем суммы рангов по каждой строке. Как результат получим вектор с компонентами

$$r_i = \sum_{s=1}^d r_{is} \quad (i = 1, \bar{m}) \quad (2.3.1)$$

Рассмотрим величины r_i как случайные величины и найдем величину дисперсии. Оптимальная по критерию минимума среднего квадрата ошибки величина дисперсии определяется формулой (2.2.2):

$$D = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (r_i - \bar{r})^2 \quad (2.3.2)$$

где \bar{r} - оценка математического ожидания, равная

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_i \quad (2.3.3)$$

Дисперсионный коэффициент конкордации (согласованности) определяется как отношение величины дисперсии к максимальному ее значению:

$$W = \frac{D}{D_{\max}} \quad (2.3.4)$$

Коэффициент конкордации варьируется от нуля до единицы, поскольку $0 \leq D \leq D_{\max}$.

Максимальное значение дисперсии равно:

$$D_{\max} = \frac{d^2(m^3 - m)}{12(m-1)} \quad (2.3.5)$$

Введем обозначение

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{s=1}^d r_{is} - \bar{r} \right)^2 \quad (2.3.6)$$

Используя (2.2.6), запишем оценку дисперсии (2.2.4) в виде

$$D = \frac{1}{m-1} S \quad (2.3.7)$$

Подставляя (2.2.5), (2.2.7) в (2.2.4) и сокращая на множитель $(m-1)$, запишем окончательное выражение для коэффициента конкордации

$$W = \frac{12 \cdot S}{d^2(m^3 - m)} \quad (2.3.8)$$

Данная формула (2.2.8) определяет коэффициент конкордации в случае отсутствия связанных рангов [100].

Если в ранжировках существуют связанные ранги, то максимальное значение дисперсии в знаменателе формулы (2.2.4) становится меньше, чем при их отсутствии. При наличии связанных рангов, коэффициент согласованности вычисляется по формуле (2.2.9):

$$W = \frac{12 \cdot S}{d^2(m^3 - m) - d \cdot \sum_{s=1}^d T_s} \quad (2.3.9)$$

где:

$$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} (h_k^3 - h_k) \quad (2.3.10)$$

В формуле (2.3.10) T_s – показатель связанных рангов в s -й ранжировке, H_s – число групп равных рангов в s -й ранжировке, h_k – число равных рангов в k -й группе связанных рангов при ранжировке s -м экспертом. Если одинаковых рангов нет, то $H_s = 0$, $h_k = 0$ и, следовательно, $T_s = 0$. В таком случае формула (2.3.9) совпадает с формулой (2.3.8).

Коэффициент конкордации равен 1, если все ранжировки экспертов одинаковы, и нулю, если все ранжировки отличаются. Коэффициент конкордации является случайной величиной. Для определения весоности оценки коэффициента конкордации требуется знать распределение частот для разных значений количества экспертов d и числа объектов m . Распределение частот для W при разных значениях m и d определяется по общеизвестным статистическим таблицам. Оценка значимости коэффициента конкордации определяется по критерию (Пирсона) χ^2 . Величина $d^*(m-1)W$ имеет $\chi^2 =$ распределение с $v = m-1$ степенями свободы.

При наличии связанных рангов $\chi^2 =$ распределение с $\nu = m-1$ степенями свободы имеет значение (2.3.11):

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{d \cdot m \cdot (m+1) - \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{s=1}^d T_s} \quad (2.3.11)$$

Вместе с дисперсионным коэффициентом конкордации используется в качестве показателя согласованности мнений экспертов энтропийный коэффициент конкордации, который определяется по таблицам и сравнивается с фактическим, полученным по расчету. Если выполняется неравенство, что энтропийный показатель меньше фактического, то принимается окончательное решение, что все данные достоверны, и ответ экспертов может использоваться в исследовании далее.

2.3 Выводы по главе 2

1. Проанализирован общий перечень работ научно-технического сопровождения на разных стадиях жизненного цикла здания.
2. Из общего перечня работ научно-технического сопровождения методом структурного анализа выделены работы, рекомендуемые к выполнению в рамках научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений, которые были разделены на три блока: проверка и дополнение проектных решений; проверка и дополнение организационно-технологических решений; подготовка программы геотехнического мониторинга.
3. Выдвинуто предположение, что это исследование может быть основой для создания инструмента, учитывающего многообразие факторов, их взаимосвязь, степень их влияния на состав работ, выполняемых при научно-техническом сопровождении проектирования.
4. Сделано допущение, что с помощью этого инструмента можно было бы оценить целесообразность выполнения той или иной работы из общего обширного перечня работ НТСП, тем самым создавая каждый раз

особый набор работ, меняющийся в зависимости от индивидуальных условий участка строительства, геологических условий, организационно-технологических и конструктивных особенностей проекта.

5. Было выяснено, что провести натурный эксперимент или прибегнуть к статистическим методам не представляется возможным, в связи с чем, предложено использование эмпирических методов.
6. Как наиболее подходящим методом для исследования в изучаемом вопросе был выбран метод экспертных оценок с привлечением специалистов из области проектирования заглубленных и уникальных зданий, имеющих соответствующий опыт, либо состоящих в реестре специалистов и имеющих стаж в исследуемой тематике не менее 5 лет.

ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО СОСТАВА РАБОТ НТСП

3.1 Описание факторов, оказывающих влияние на заглубленное строительство, зависимость факторов между собой

При анализе особенностей возведения заглубленных зданий и сооружений были выявлены факторы, вызывающие эти особенности. Найденные факторы были подвергнуты первичному анализу, в результате которого был обнаружен характер влияния фактора на проектирование и строительство. Вероятно, небольшая часть этих факторов будет отброшена, как малозначимая по принципу шумового поля, останутся факторы, оказывающие наибольшее влияние на возведение и проектирование заглубленных зданий. Изученные факторы возникли на основе анализа изменений, разработки и корректировок проектных решений, как до начала строительства, так и в ходе строительства нескольких десятков уникальных объектов с заглубленной частью. Факторы отражают геофизические, организационные, технологические, конструктивные и экологические сложности, сопутствующие реализации уникального заглубленного объекта строительства на различных этапах жизненного цикла. Названия факторов и описание их влияния на заглубленное здание или сооружение приводится ниже.

- 1) Уровень залегания грунтовых вод, (м) – один из наиболее важных факторов, влияющих на заглубленное строительство. От него зависят условия, в которых будет возводиться здание, что влияет на метод возведения, выбор ограждающей конструкции котлована, проектирование или выбор подходящей системы для откачивания грунтовых вод. Неверно принятое решение по одному из перечисленных параметров может затруднить дальнейшее возведение объекта, либо привести к аварийной ситуации (разрушение стенок котлована, затопление котлована, негативное влияние на существующие строения в радиусе нестабильной зоны из-за нового

строительства и т.д.). В условиях Москвы грунтовые воды встречаются уже на глубине двух метров, а верховодка появляется еще раньше. Таким образом, водоносный горизонт при строительстве заглубленных зданий с заглублением более 15 метров непременно будет вскрыт.

- 2) Геологические условия (категории сложности) – существует три категории грунта, которые классифицируют его по сложности разработки. I – категория – Песок, супесь, суглинок лёгкий влажный, грунт растительного слоя, торф. II – категория – Суглинок, гравий мелкий и средний, глина лёгкая влажная. III – категория – Глина средняя или тяжёлая, разрыхлённая, суглинок плотный. Грунты третьей категории сложнее всего поддаются разработке.
- 3) Глубина заложения фундамента (м) – связан с факторами «уровень залегания грунтовых вод», «учет бокового давления грунта». В случае, когда уровень грунтовых вод и глубина заложения фундамента не пересекаются, дополнительных мероприятий связанных с повышенным уровнем грунтовых вод не требуется. Чем больше глубина заложения, тем сложнее условия разработки и масштабнее объемы работ. Глубина заложения фундамента также влияет на способ возведения здания при особо заглубленных отметках последнего подземного уровня. С возрастающей глубиной нижней отметки здания растет давление на ограждающие конструкции котлована, что необходимо учитывать при выборе такой конструкции и ее проектировании. При больших глубинах возможен выпор грунта со дна котлована. Все перечисленное относит фактор глубины заложения фундамента к критическим важным точкам проектирования. Глубина заложения фундамента играет роль при учете неотъемлемости дополнительных мероприятий по устранению негативного влияния грунтовых вод на строительство объекта. Факторы глубины заложения фундамента и уровня залегания грунтовых вод взаимосвязаны. Так, при непересекающемся горизонте грунтовых вод с глубиной заложения фундамента с разницей глубин

минимум в 3 метра, фактор грунтовых вод не имеет существенного влияния на строительство. Но при таких условиях мониторинг изменения уровня грунтовых вод все же необходим, так как естественная среда подземного пространства будет нарушена.

- 4) Наличие возвышающейся части здания над землей – учитывается наличие возвышающейся части здания над землей. Фактор связан с климатическими условиями. Если возвышающейся части нет, то учет снеговой нагрузки при расчете несущих конструкций не требуется. В случае большого количества выпадающих осадков или наличии конструкции покрытия, которая имеет сложную несимметричную форму с вероятностью неравномерного распределения снежных масс, необходимо дополнительно рассчитывать конструкции покрытия и несущие конструкции на прочность и геометрическую неизменяемость при наличии возвышающейся части здания над землей.

Случай уникальности здания по двум параметрам одновременно (высота здания более 100м и с заглублением более 15м) не рассматривается, акцент сделан на заглубленное строительство. Дополнительные расчеты аэродинамического воздействия не требуются в границах исследуемой темы.

- 5) Учет бокового давления грунта (коэффициент бокового давления грунта) - Боковое давление грунта влияет на уплотнение и прочность грунта, учитывается при проектировании зданий и сооружений с существенным заглублением. Характеризуется с помощью коэффициента, зависящего от типа грунта.
- б) Способ возведения – существует три основных способа возведения заглубленных зданий: открытый, закрытый и комбинированный. Данный фактор имеет связь со многими факторами, он имеет связь со стесненностью участка застройки, водопонижением, климатическими факторами. От способа возведения зависят организационно-

технологические мероприятия, которые будут определенными для каждого способа.

- 7) Стесненность участка застройки – связан с фактором «воздействие на существующую застройку», оказывает влияние на организационно-технологические решения. При проектировании здания в условиях стесненной застройки следует предусматривать оценку влияния на существующую застройку, вести мониторинг состояния зданий, входящих в пятно влияния нового строения. Цель мониторинга – обеспечения безопасной эксплуатации соседних зданий, предотвратить негативные последствия просадок грунтов, своевременно принимая соответствующие меры.
- 8) Использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте – фактор, оценивающий применение впервые новых конструкций и узлов, подлежащих дополнительным расчетам на несущую способность и поверочным расчетам.
- 9) Конструктивные особенности – оцениваются конструктивные особенности по применяемому материалу несущих элементов (монолитный железобетон; сборный железобетон; металлоконструкции (МК), смешанные конструкции). Для каждого варианта существуют свои особенности, касающиеся технологий возведения, расчетов несущих конструкций, организационно-технологических аспектов, сроков строительства, которые необходимо учитывать.
- 10) Водопонижение (коэффициент фильтрации метров/сутки) – характеризует скорость притока воды в котлован через толщу грунта. Особенно этот фактор важен при возведении в открытом котловане. Связано с фактором «климатические условия», а именно коэффициентом увлажнения, который зависит от интенсивности осадков и величины испаряемости. В заглубленном строительстве при наличии вскрытого горизонта грунтовых вод, фактор водопонижения

необходимо учитывать при проектировании водопонижающих установок и отсекающих воды конструкций ограждения котлована.

- 11) Технология устройства гидроизоляции – фактор учитывается, так как в условиях на глубине процесс нанесения гидроизоляции и ее технология отличается от обычных условий. В заглубленном строительстве роль гидроизоляции выполняют подпорные стены, стена в грунте и прочие конструкции, отсекающие строение от водонасыщенных грунтов. Отгораживающие конструкции необходимо тщательно изолировать от воды, применяя специальные гидроизоляционные мембраны.
- 12) Сложность геометрических форм несущих элементов (форма сечений и проектное положение) – в виду уникальности строений, несущие элементы здания могут иметь непривычную форму с выраженными эксцентриситетами по нагрузке. Сложность геометрических форм несущих элементов пересекается с фактором «новые конструкции и узлы, применяемые впервые», так, несущий элемент, имеющий меняющееся сечение, изгиб или иную особенность, могут попасть под категорию конструкций, применяемых впервые. Соответственно, такой элемент необходимо рассчитывать с нуля, в том числе альтернативными методами. С целью дополнительного контроля качества несущих конструкций, не испытанных ранее, вводится этот фактор.
- 13) Сложность конфигурации фундамента (уровни по высоте) – имеется в виду ситуация, когда проектом предусмотрено заглубление в разных уровнях, что усложняет технологический процесс и процесс разработки грунта. Данный фактор подразумевает использование дополнительных мероприятий для безопасного ведения земельных работ и СМР.
- 14) Климат (увлажнение, снеговой район) – фактор связан с дополнительными расчетами несущих конструкций и мероприятиями по водопонижению или отсечения уровня грунтовых и осадочных вод.

Снеговой район оценивается привычным распределением в соответствии с интенсивностью снеговой нагрузки по регионам. Увлажнение характеризуется коэффициентом, который представляет собой отношение количества выпавших осадков к интенсивности испаряемости.

- 15) Пожарная безопасность (наличие специальных технических условий по противопожарной защите) – целесообразно уделять дополнительное внимание пожарной безопасности по причине того, что здание, находящееся на глубине или в большей своей части заглублено, в случае чрезвычайной ситуации весьма сложно, а иногда невозможно потушить стандартными способами. Скрытые и подземные пожары являются самыми опасными, возникает вероятность возникновения огненных пустот, в которые могут провалиться люди и техника. Экстренные службы в случае нелокализованного пожара, отгородившего путь к одному или нескольким подземным уровням, охваченных огнем, фактически бесполезны. Системы пожаротушения необходимо проектировать с учетом того, что спроектированные системы будут единственным средством для ликвидации пожара.
- 16) Воздействие на существующие здания – связано со стесненностью застройки. В случае воздействия на существующие здания, а при устройстве глубоких котлованов такое воздействие часто имеет место быть, применяются меры по сокращению степени этого воздействия и усилению фундаментов существующих зданий. Главенствующую роль во влиянии нового строительства на существующие здания имеют грунтовые воды. Котлован, который имеет ограждающие конструкции, (стена в грунте, заглубленная в водоупор) отсекающие грунтовые воды, создает искусственное препятствие для воды, нарушая геофизические и геоморфологические условия участка. Потоки воды вынуждены обходить возникшую преграду, меняя направление, соответственно изменяя характеристику смежных грунтов. В грунтах основания

зданий, находящихся в пятне влияния строительства, происходит размывание минеральной составляющей пород, в результате чего могут образовываться провалы, или песчаные и супесчаные грунты становятся водонасыщенными, приобретая свойства плавающих грунтов. В результате описанных процессов происходит неравномерная осадка здания, которая стремительно может привести строение из работоспособного состояния в аварийное.

- 17) Защитные мероприятия от обвала грунта – фактор связан с методами ограждения котлована, оценивается вероятность обвала грунта.
- 18) Наличие зданий под снос на месте будущего строительства – в случае существования зданий под снос, следует учитывать сложность демонтажа этих зданий, учитывать влияние на окружающую застройку, предусмотреть раздел в ПОС, охватывающий мероприятия по предварительному отключению зданий от городских сетей, демонтажу конструкций здания, план по утилизации отходов и материалов, отправляемых на повторную переработку.
- 19) Предыдущее строительство было заморожено из-за нештатной ситуации – фактор включает во внимание условия, при которых предыдущее строительство было заморожено. Если такая ситуация возникала и не получила разрешения, необходимо разобраться в причинах ее возникновения и исключить негативное влияние на будущий проект.
- 20) Ограниченные сроки строительства – фактор, учитывающий возведение здания в условиях строительства без резерва времени на строительные процессы. Предлагается предусмотреть планирование и обеспечение строительства необходимыми ресурсами для соблюдения проектных сроков.
- 21) Наличие зданий, одновременно возводимых с проектируемым – связь с фактором «воздействие на существующие здания», если одновременно возводится несколько зданий, следует предусматривать

мероприятия по минимизации влияния этих зданий друг на друга в период возведения или мероприятий по защите зданий от этого влияния.

- 22) Неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, суффозии, оползней) – фактор, учитывающий мероприятия по предотвращению опасных ситуаций в районах строительства, подверженных влиянию неблагоприятных геологических процессов.
- 23) Строительство в условиях миграции диких животных – фактор учитывает мероприятия по предотвращению пересечения зоны строительства дикими животными. Нахождение диких животных на строительной площадке опасно как для них самих, так и для сотрудников, осуществляющих СМР.
- 24) Механизация строительных процессов – оценивается степень механизации строительных процессов. В случае слабой степени механизации строительных процессов будут предприниматься попытки по сокращению ручного труда, применению технологий с большей степенью механизации процессов.
- 25) Применяемый тип опалубки – фактор учитывает вид применяемых опалубочных систем, либо полное отсутствие опалубки в случае с уплотненным подготовленным грунтовым основанием. Фактор существует с целью применения дополнительных мер по контролю геометрических параметров конструкций на этапе опалубки в случаях использования сложных и нестандартных опалубочных систем.

3.2 Определение факторов, оказывающих наиболее сильное влияние на заглубленные здания, с помощью экспертного оценивания

В исследовании появились предварительные факторы, оказывающие влияние на проектирование и возведение заглубленных зданий и сооружений, которые были представлены выше. Факторам дано характерное описание по влиянию, оказываемому ими. В общем, количество факторов составило 25; что

затрудняет дальнейшую работу с ними, к тому же, факторы были отобраны и проанализированы автором, что не может являться до конца достоверным и объективным результатом. По указанным причинам, решено обратиться к экспертному мнению в области проектирования и строительства заглубленных зданий для подтверждения мнения автора о необходимости и достаточности этих факторов и для вероятного отсеивания некоторых факторов, как малозначимых для дальнейшего исследования. В рассматриваемом случае будет применяться метод априорного ранжирования с расставлением рангов по степени значимости факторов.

Минимальное количество экспертов, необходимое для проведения ранжирования составляет 4 человека, но для уверенности в окончательности результата и для более удобной обработки результатов ранжирования, было принято решение об увеличении количество экспертов до 5 человек. Анкета для опроса экспертов представлена в приложении А.

Формулировка задачи для экспертов:

- Проранжировать факторы от 1 до 25, где 25 - наиболее значимый фактор; 1 - наименее значимый фактор
- Ранг не может повторяться дважды;

Перед экспериментом было сформулировано условие, что следует учитывать влияние предлагаемых факторов для ранжирования именно на заглубленные ниже 15 м от планировочной отметки земли здания и сооружения при их проектировании и строительстве в будущем. Результаты ранжирования факторов пятью экспертами представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты ранжирования факторов экспертами

№	Наименование факторов	ЭКСПЕРТЫ					Σрангов	Вес фактора
		1	2	3	4	5		
1	Уровень залегания грунтовых вод, (м)	24	22	23	25	23	117,0	0,072
2	Геологические условия (категории сложности)	25	21	22	24	22	114,0	0,070
3	Глубина заложения фундамента (м)	23	20	12	19	13	87,0	0,054
4	Наличие возвышающейся части здания над землей	14	13	9	13	20	69,0	0,042
5	Учет бокового давления грунта (коэф. бокового давления грунта)	21	25	6	23	19	94,0	0,058
6	Способ возведения	18	14	10	22	12	76,0	0,047
7	Стесненность участка застройки	20	23	5	9	18	75,0	0,046
8	Использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте	19	6	14	8	25	72,0	0,044
9	Конструктивные особенности	17	10	11	21	14	73,0	0,045
10	Водопонижение (коэф. Фильтрации. м/сут)	16	7	15	7	24	69,0	0,042
11	Технология устройства гидроизоляции	2	4	1	3	5	15,0	0,009
12	Сложность геометрических форм несущих элементов (форма сечений и проектное положение)	1	5	3	2	4	15,0	0,009
13	Сложность конфигурации фундамента (уровни по высоте)	3	1	4	1	1	10,0	0,006
14	Климат (увлажнение, снеговой район)	10	11	16	20	11	68,0	0,042
15	Пожарная безопасность (наличие спец. тех. условий по противопожарной защите)	15	12	25	6	7	65,0	0,040
16	Воздействие на существующие здания	22	9	24	16	6	77,0	0,047
17	Защитные мероприятия от обвала грунта	7	2	7	4	3	23,0	0,014
18	Имеются здания под снос на месте будущего строительства	6	24	13	11	21	75,0	0,046
19	Предыдущее строительство было заморожено из-за нештатной ситуации	4	3	8	5	2	22,0	0,014
20	Ограниченные сроки строительства	13	16	18	15	10	72,0	0,044
21	Наличие зданий, одновременно возводимых с проектируемым	12	17	19	10	17	75,0	0,046
22	Неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, суффозии, оползни)	8	19	17	17	15	76,0	0,047
23	Строительство в условиях миграции диких животных	5	8	2	12	9	36,0	0,022
24	Механизация строительных процессов	9	15	20	14	16	74,0	0,046
25	Применяемый тип опалубки	11	18	21	18	8	76,0	0,047

Обработка результатов опроса

Оценка степени согласованности мнений экспертов (коэффициент конкордации Кэнделла) рассчитывается по формуле $W = \frac{12 \cdot S}{d^2 \cdot (m^3 - m)}$, где

S – суммированная квадратов отклонения суммы рангов от средней арифметической суммы рангов, в свою очередь рассчитывается по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{s=1}^d r_{is} - \bar{r} \right)^2$$

где $\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_i$ средняя сумма рангов по всем факторам ранжирования

$r_i = \sum_{s=1}^d r_{is}$ сумма рангов в строке по каждому фактору

m – количество ранжируемых факторов

d – количество экспертов

$$W = \frac{12 \cdot 20000}{5^2 \cdot (25^3 - 25)} = 0,615$$

Так как меняется от $1 \geq W \geq 0$, а в нашем случае $W=0,615 > 0,5$, что говорит о высокой степени согласованности мнений.

Оценим значимость степени согласованности.

Для этого вычислим критерий согласованности Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{d \cdot m \cdot (m+1)} = \frac{12 \cdot 20000}{5 \cdot 25 \cdot (25+1)} = 73,84$$

Вычисленный Коэффициент Пирсона χ^2 сравним с табличным значением для числа степеней свободы

$k=m-1=24$ и при заданном уровне значимости $\alpha = 0.05$

Так как χ^2 расчетный ($73,84 \geq 36,4$) больше табличного, условие неравенства выполняется, W – величина не случайная, поэтому полученные результаты достоверны и могут использоваться далее в исследовании.

Зададимся доверительной вероятностью 0.9, тогда сумма весов отброшенных факторов равна 0.074 (то есть менее 10%), что удовлетворяет условиям доверительной вероятности ($0,926 > 0.9$). Графическое отображение результатов ранжирования представлено на диаграмме (рис. 6), где показаны оставшиеся и отсеянные факторы в зависимости от их веса.

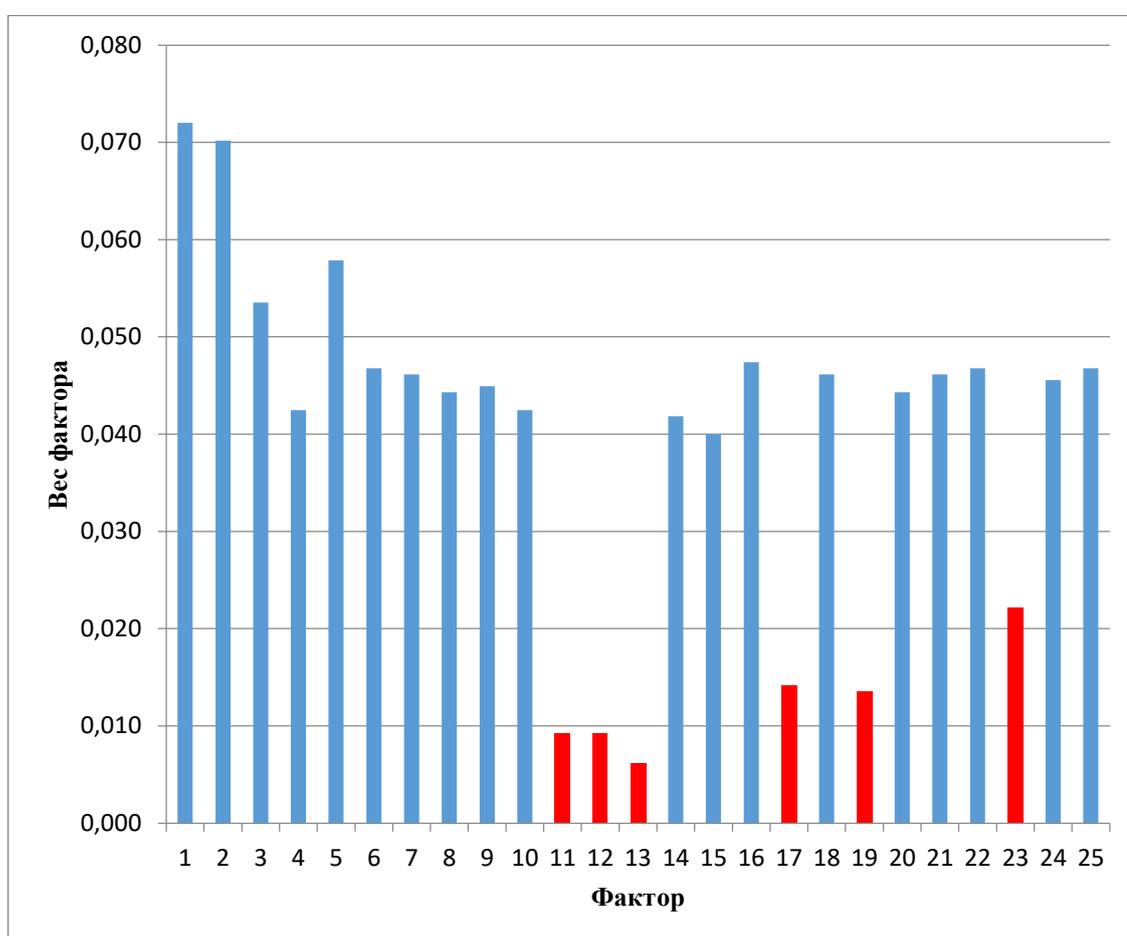


Рисунок 6. Отсеивание факторов по весу и доверительной вероятности.

После обработки результатов экспертного опроса, факторы № 11 «Технология устройства гидроизоляции», №12 «Сложность геометрических форм несущих элементов (форма сечений и проектное положение)», №13 «Сложность конфигурации фундамента (уровни по высоте)», №17 «Защитные мероприятия от обвала грунта», №19 «Предыдущее строительство было заморожено из-за

нештатной ситуации», №23 «Строительство в условиях миграции диких животных» были отброшены как малозначимые для влияния на работы в рамках научно-технического сопровождения и не относящиеся к критическим точкам проектирования заглубленных зданий и сооружений.

Толкование отсеянных факторов экспертами следующее: фактор «Технология устройства гидроизоляции» не играет решающую роль при проектировании заглубленных зданий и сооружений, так как нет принципиально различающихся технологий устройства гидроизоляционного барьера. Само название фактора, в котором существует слово технология не совсем уместно в конкретном случае, важно качество выполняемых работ, а не используемая технология. Гидроизоляция в любом случае должна соответствовать проектному решению и по завершении должна быть освидетельствована актом выполнения скрытых работ. Работы научно-технического сопровождения, касающиеся вопросов устройства гидроизоляции целесообразно проводить на стадии строительства.

По фактору «Сложность геометрических форм несущих элементов (форма сечений и проектное положение)»: проблематично описать сложность геометрических форм несущих элементов и создать под нее некую градацию сложности, которая была бы общеизвестна. В виду большой вариативности форм, сечений, а также положений несущих элементов, не представляется возможным описать все комбинации перечисленных параметров и тем более увязать их с соответствующими работами научно-технического сопровождения проектирования. Работы научно-технического сопровождения проектного цикла, учитывающие сложность геометрических форм несущих элементов, эксцентриситет по нагрузке и прочие особенности, выполняемые специализированной организацией по осуществлению НТСП, предусмотрены на этапе поверочных расчетов или в рамках отдельного проектирования узлов и несущих элементов.

Фактор «Сложность конфигурации фундамента (уровни по высоте)» отсеян, так как не является критически важным – разноуровневые фундаменты выполняются привычными методами строительства и проектирования, что не требует дополнительного участия научно-технического сопровождения.

Фактор «Защитные мероприятия от обвала грунта» отброшен по причине отсутствия условий для обрушения котлована, так как ограждение котлована априори должно быть предусмотрено проектом в любом исполнении котлована, будь то закрытый или открытый его тип, и обеспечивать устойчивость стенок котлована для безопасного ведения строительного-монтажных работ. Обвал грунта, как угрозу можно рассматривать в гористой местности, но не в данном случае, где речь идет об устойчивости стенок котлована.

«Предыдущее строительство было заморожено из-за нештатной ситуации», фактор весьма специфичен и, роль научно-технического сопровождения проектирования для решения этой проблемы крайне мала.

«Строительство в условиях миграции диких животных», фактор получил последние места в ранжировках, так как данный фактор наиболее полно и подробно рассматривается в разделе ПОС, в случае соответствующих условий.

Следовательно, в дальнейшем исследовании будут участвовать оставшиеся факторы, по которым будут распределены присущие им параметры. Параметры будут распределяться той же группой экспертов, так как они проявили профессионализм и показали хороший уровень согласованности, подходя к определению наиболее важных факторов при научно-техническом сопровождении заглубленных зданий и сооружений.

3.3 Распределение параметров факторов, оказывающих наибольшее влияние на заглубленные здания, по шкале Харрингтона, оценивающей степень необходимости ведения работ, связанных с фактором

Для возможности использования исследованных факторов в качестве основы для инструмента по определению необходимого состава работ НТСП

заглубленных зданий, следует параметры факторов распределить по шкале желательности Харрингтона, имеющей значения «нет необходимости – желательно – необходимо». Таким образом, благодаря причинно-следственным связям между факторами и существующим перечнем работ НТСП, возможно определить необходимый перечень работ для отдельных проектов. Если границы параметра лежат в значениях шкалы «необходимо» или «желательно» – работы связанные с рассматриваемым фактором должны быть исполнены при проведении НТСП. В случае, когда параметры фактора принимают значения в границах, относящихся к оценке шкалы «нет необходимости», фактор не влияет на перечень предлагаемых к ведению работ в рамках НТСП, он может влиять на перечень работ только тогда, когда существует связь с фактором, параметры которого находятся в границах шкалы «желательно» и «необходимо».

Экспертам предложено распределить параметры факторов в общеизвестных единицах измерения по шкале желательности проведения работ НТСП связанных с фактором. Ниже в таблицах 4.1 – 4.21 представлена градация параметров по каждому фактору в соответствии со шкалой желательности Харрингтона. Расстановка значений для каждого фактора выполнена каждым из пяти экспертов, то есть по каждому фактору пять раз.

Распределение параметров факторов экспертами

Таблица 4.1.

Эксперты	Уровень залегания грунтовых вод, (м)		
	Нет необходимости	Желательно	Необходимо
1	30	29-15	14-6
2	30	29-17	16-3
3	31	30-17	16-4
4	33	32-20	19-5
5	31	30-17	16-5

Распределение экспертами глубин залегания грунтовых вод по предлагаемой шкале желательности Харрингтона присвоено достаточно равномерно, без скачков.

Таблица 4.2.

Эксперты	Геологические условия (категории сложности)		
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	2	3
5	1	2	3

По распределению параметров категорий сложности геологических условий, разногласий у экспертов не возникло.

Таблица 4.3.

Эксперты	Глубина заложения фундамента (м)		
1	15-18	19-25	26-30
2	15-20	21-26	27-31
3	15-17	18-23	24-30
4	15-20	21-25	26-31
5	15-18	19-24	25-31

Порядок распределения глубин заложения фундамента примерно одинаков. Все эксперты считают, что начальное значение глубины заложения фундамента должно начинаться с 15м, так как рассматриваемый тип зданий – здания с заглублением более 15м. Максимальная глубина заложения, при которой необходимо проводить научно-техническое сопровождение проектирования составила 31м, исходя из практики реализации подобных проектов.

Таблица 4.5.

Эксперты	Наличие возвышающейся части здания над землей (этажность)		
1	нет		да
2	нет		да
3	нет		да
4	нет		да
5	нет		да

Единогласно без промежуточных вариантов эксперты дали качественную оценку фактору наличия возвышающейся части здания.

Таблица 4.6.

Эксперты	Учет бокового давления грунта (коэф. бокового давления)		
1	0,26-0,37	0,38-0,49	0,5-0,82
2	0,26-0,37	0,38-0,49	0,5-0,82

3	0,22-0,35	0,36-0,49	0,5-0,82
4	0,25-0,35	0,36-0,49	0,5-0,82
5	0,25-0,35	0,36-0,49	0,5-0,82

Согласно нормативным документам все грунты от песка до твердых глин имеют свои пределы коэффициентов бокового давления грунта, которые относят этот грунт к пескам, супесям, суглинкам и т.д. Чтобы не привязываться к типу грунта, решено было воспользоваться соответствующими коэффициентами бокового давления для более точной градации.

Таблица 4.7.

Эксперты	Способ возведения		
1	открытый	закрытый	комбинированный
2	открытый	закрытый	комбинированный
3	открытый	закрытый	комбинированный
4	открытый	закрытый	комбинированный
5	открытый	закрытый	комбинированный

Единогогласно приняты параметры фактора «способ возведения» в соответствии с общеизвестными основными методами возведения заглубленных зданий.

Таблица 4.8.

Эксперты	Стесненность участка застройки (коэф. Стесненности Кст.)		
1	$K > 1$	$1 > K > 0$	$K = 0$
2	$K > 1$	$1 > K > 0$	$K = 0$
3	$K > 1$	$1 > K > 0$	$K = 0$
4	$K > 1$	$1 > K > 0$	$K = 0$
5	$K > 1$	$1 > K > 0$	$K = 0$

Разногласий по градации стесненности условий участка застройки не возникло, так как существует четкое общеизвестное представление о коэффициенте стесненности условий.

Таблица 4.9.

Эксперты	Использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте		
1	нет		да
2	нет		да
3	нет		да
4	нет		да
5	нет		да

Единогласно без промежуточных вариантов эксперты дали качественную оценку фактору «использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте».

Таблица 4.10.

Эксперты	Конструктивные особенности		
1	монолитный ЖБ	сборно-монолитный ЖБ	МК, смешанные конструкции
2	монолитный ЖБ	сборно-монолитный ЖБ	МК, смешанные конструкции
3	монолитный ЖБ	сборно-монолитный ЖБ	МК, смешанные конструкции
4	монолитный ЖБ	сборно-монолитный ЖБ	МК, смешанные конструкции
5	монолитный ЖБ	сборно-монолитный ЖБ	МК, смешанные конструкции

Экспертное мнение сошлось на трех градациях конструктивных особенностей, исходя из трудоемкости и сложности возведения несущих элементов.

Таблица 4.11.

Эксперты	Водопонижение (коэф. Фильтрации. м/сут)		
1	10-40	41-85	86-200
2	10-40	41-90	91-200
3	10-39	40-85	86-200
4	10-35	36-80	81-200
5	10-40	41-85	86-200

Дана количественная градация фактору «водопонижение», основанная на практическом опыте и данных из нормативных документов. Как правило, коэффициент фильтрации варьируется от 10м/сут до 200м/сут.

Таблица 4.12.

Эксперты	Климат (снеговой район)		
1	1-3	4-5	6-8
2	1-2	3-5	6-8
3	1-3	4-6	7-8
4	1-3	4-5	6-8
5	1-3	4-6	7-8

Существует 8 снеговых районов. Исходя из особенностей, вызываемых снеговыми осадками, влияющих на проектирование и строительство

заглубленных зданий и сооружений, снеговые районы были распределены по шкале желательности проведения работ НТСП.

Таблица 4.13.

Эксперты	Климат-отношение годового количества осадков к годовой величине испаряемости (увлажнение $K_{ув.}$)		
1	$K < 1$	$K = 1$	$K > 1$
2	$K < 1$	$K = 1$	$K > 1$
3	$K < 1$	$K = 1$	$K > 1$
4	$K < 1$	$K = 1$	$K > 1$
5	$K < 1$	$K = 1$	$K > 1$

Изначально существовал фактор «климатические условия», экспертами он был разделен на фактор, оценивающий снеговую нагрузку и влияние отношения годового количества осадков к годовой величине испаряемости.

Таблица 4.14.

Эксперты	Пожарная безопасность (наличие спец. тех. условий по противопожарной защите)		
1	предусмотрено		не предусмотрено
2	предусмотрено		не предусмотрено
3	предусмотрено		не предусмотрено
4	предусмотрено		не предусмотрено
5	предусмотрено		не предусмотрено

Экспертами единогласно дана качественная оценка фактора.

Таблица 4.15.

Эксперты	Воздействие на существующие здания		
1	нет	слабое	сильное
2	нет	слабое	сильное
3	нет	слабое	сильное
4	нет	слабое	сильное
5	нет	слабое	сильное

Экспертами единогласно дана качественная оценка воздействия проектируемого здания на существующую застройку.

Таблица 4.16.

Эксперты	Имеются здания под снос на месте будущего строительства		
1	не имеются	высотное здание или здание средней этажности	группа зданий или здания в аварийном состоянии
2	не имеются	высотное здание или здание средней этажности	группа зданий или здания в аварийном состоянии
3	не имеются	высотное здание или здание средней этажности	группа зданий или здания в аварийном состоянии

4	не имеются	высотное здание или здание средней этажности	группа зданий или здания в аварийном состоянии
5	не имеются	высотное здание или здание средней этажности	группа зданий или здания в аварийном состоянии

Предложенная экспертами градация параметров фактора «имеются здания под снос на месте будущего строительства» была распределена без противоречий.

Таблица 4.17.

Эксперты	Ограниченные сроки строительства		
1	обычный график	промежуточное значение	без резерва времени
2	обычный график	промежуточное значение	без резерва времени
3	обычный график	промежуточное значение	без резерва времени
4	обычный график	промежуточное значение	без резерва времени
5	обычный график	промежуточное значение	без резерва времени

Распределение параметров по шкале основывалось на резерве времени – его наличие, отсутствие, а также промежуточное значение.

Таблица 4.18.

Эксперты	Наличие зданий, одновременно возводимых с проектируемым		
1	нет		да
2	нет		да
3	нет		да
4	нет		да
5	нет		да

Экспертами единогласно дана качественная оценка данному фактору, без промежуточных значений.

Таблица 4.19.

Эксперты	Неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, суффозии, оползни)		
1	нет		да
2	нет		да
3	нет		да
4	нет		да
5	нет		да

Экспертами единогласно дана качественная оценка данному фактору, без промежуточных значений.

Таблица 4.20.

Эксперты	Механизация строительных процессов		
1	80-90%	60-79%	40-59%
2	77-90%	55-76%	38-54%
3	81-90%	60-80%	40-59%
4	79-90%	55-78%	36-54%
5	80-90%	60-79%	40-59%

Не существует на сегодняшний день 100% механизации строительных процессов. Из опыта проектирования и строительства экспертами были даны интервалы степени механизации строительных процессов. Максимальная степень механизации ограничивается 90%, минимальная, при которой необходимо проводить оптимизацию принятых решений, - 36%.

Таблица 4.21.

Эксперты	Применяемый тип опалубки		
1	крупно, мелкощитовая	скользящая; безопалубочный способ	деревянная нестандартной сложной формы
2	крупно, мелкощитовая	скользящая; безопалубочный способ	деревянная нестандартной сложной формы
3	крупно, мелкощитовая	скользящая; безопалубочный способ	деревянная нестандартной сложной формы
4	крупно, мелкощитовая	скользящая; безопалубочный способ	деревянная нестандартной сложной формы
5	крупно, мелкощитовая	скользящая; безопалубочный способ	деревянная нестандартной сложной формы

Экспертами единогласно дана качественная оценка фактору, учитывающему тип применяемых опалубочных систем.

Сводная таблица с обработанными результатами опроса экспертов по заполнению параметров в предложенных границах представлена ниже в таблице 5.

Таблица собрана путем определения средних значений параметров, заполненных пятью экспертами.

Таблица 5. Факторы, влияющие на заглубленное строительство с распределенными параметрами

№	Факторы	Интерпретация шкалы Харрингтона для оценки необходимости ведения НТСП по отдельному фактору		
		<i>нет необходимости</i>	<i>желательно</i>	<i>необходимо</i>
1	Уровень залегания грунтовых вод, (м)	более 30	30-17	16-5
2	Геологические условия (категории сложности)	1	2	3
3	Глубина заложения фундамента (м)	15-24	25-30	более 30
4	Способ возведения	открытый	закрытый	комбинированный
5	Снеговая нагрузка (номер снегового района)	1-3	4-5	6-8
6	Конструктивные особенности	монолитный ЖБ	сборно-монолитный ЖБ	МК, смешанные конструкции
7	Наличие возвышающейся части здания	нет		да
8	Учет бокового давления грунта (коэф. бокового давления грунта)	0,25-0,37	0,38-0,49	0,5-0,82
9	Стесненность участка застройки (коэф. Стесненности Кст.)	нет (Кст.>1)	средняя (1>Кст.>0)	высокая стесненность (Кст.=0)
10	Использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте	не применяются		применяются
11	Водопонижение (коэф. Фильтрации. м/сут)	10-40	41-85	86 и более
12	Климат-отношение годового количества осадков к годовой величине испаряемости (увлажнение Кув.)	недостаточное Кув.<1	достаточное Кув.=1	избыточное Кув.>1
12'	Климат (снеговой район)	1-3	4-5	6-8
13	Пожарная безопасность (наличие спец. тех. условий по противопожарной защите)	предусмотрено проектом		не предусмотрено
14	Воздействие на существующие здания	нет	слабое	сильное

Продолжение таблицы 5

15	Наличие зданий под снос	не имеются	высотное здание или здание средней этажности	группа зданий или здания в аварийном состоянии
16	Ограниченные сроки строительства	обычный график	промежуточное значение	без резерва времени
17	Наличие зданий, одновременно возводимых с проектируемым	нет		да
18	Неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, суффозии, оползни)	нет		да
19	Механизация строительных процессов (степень механизации)	высокая степень 79-90%	средняя степень 58-78%	низкая степень 39-57%
20	Применяемый тип опалубки	крупно, мелкощитовая	скользящая; безопалубочный способ	деревянная нестандартной сложной формы

Итак, факторы, влияющие на заглубленное строительство с распределением значений параметров по шкале желательности окончательно определены, что является базой для дальнейшего исследования, создания аналитической модели и формирования методики для обоснования и определения необходимого состава работ в рамках проведения научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений с возможностью обработки множества сценариев ситуаций, которые потенциально могут возникнуть.

К двадцати факторам привязаны от одной до нескольких работ, предусмотренных научно-техническим сопровождением при проектировании заглубленных зданий и сооружений. Создана шкала желательности, по которой предоставляется возможность оценить необходимость ведения работ НТСП в зависимости от параметра каждого фактора. Между факторами существуют логические зависимости, благодаря чему фактор имеющий оценку по шкале «нет необходимости» при определенных условиях в связи с другим фактором, имеющим критическое значение, не будет случайно исключен при формировании итогового перечня работ.

3.4 Методика реализации и принцип работы аналитической модели по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий

3.4.1. Аналитическая модель

Табличный метод. В отличие от обычного программирования, требующего строгой последовательности команд для работы программы, табличные процессоры “прощают” ошибки и незаконченность структуры. Какие-то части программы в электронной таблице могут работать, в то время, как другие части могут быть ещё не закончены, что значительно упрощает разработку и отладку программ, что особенно важно на стадии создания алгоритма. Для реализации аналитической модели по определению состава работ научно-технического

сопровождения заглубленных зданий табличный метод может подойти только в том случае, если структура модели будет компактной и легко читаемой.

Более кратко это всё можно описать одним основным принципом:

Всё, чем оперирует пользователь, содержится в едином пространстве таблицы: промежуточные и выходные данные, реализации алгоритмов для работы с этими данными, комментарии и документацию, средства графического оформления данных.

Реализация сложной структуры в рамках электронной таблицы требует огромного внимания к деталям, так как автор программы с некоторого момента становится не в состоянии запомнить смысл множества адресов, встречающихся в сотнях формул. Для борьбы с этим недостатком пользователю предлагается использовать именованные ячейки и именованные ссылки на ячейки в формулах. А также различные средства для отслеживания связей между ячейками.

Темпы разработки табличных программ значительно снижаются за счёт того, что разработчику приходится работать на уровне ячеек. Это означает, что даже простейшие изменения в программе требуют редактирования множества ячеек, содержащих копии одних и тех же формул. Все эти изменения производятся вручную, что значительно повышает риск появления ошибок.

Пользователь, имеющий доступ к таблице, может случайно или намеренно внести в неё изменения, которые могут нарушить работу программы.

Недостаток контроля за исправлениями повышает риск ошибок, возникающих из-за невозможности отследить, протестировать и изолировать изменения. Сложно выяснить какие изменения, кем и когда были внесены в программу.

Из всего выделить следующее: пользователь вынужден составлять программу, оперируя низкоуровневыми объектами — ячейками, привязанными к сетке. Табличным процессорам недостает средств абстракции более высокого

уровня, чем ячейки и формулы. По описанным причинам, создать функциональную и эффективную модель для определения необходимого и достаточного состава работ НТСП заглубленных зданий при использовании табличного метода не представляется возможным.

Метод программирования. Программирование представляет собой совокупность алгоритмов, смысл создания которых в написании инструкции к процессу. Процесс, описываемый программным кодом, имеющий в качестве идеи своего назначения некий результат, может быть как самым простым, так и невероятно сложным с использованием множества баз данных и комплексных вычислений. Программа простого калькулятора или даже сложение двух целых чисел тоже является одной из простейших задач программирования. Учитывая специфику строительной отрасли, новые процессы в строительстве с недостатком систем обработки и сбора данных, могут быть описаны и глубже изучены с помощью тонких настроек программирования. Программный код позволит учесть особенности новых или недостаточно изученных направлений, тем самым выявляя многоуровневые зависимости в процессах строительства и приводя совокупность данных в строгую математическую модель, чувствительную к вводимым параметрам, которая учитывает внешние и внутренние факторы, влияющие на процесс строительства. Данный метод со всей полнотой особенностей, тонких настроек сценариев работы алгоритма и возможностью учета связей между факторами, лучшим образом подходит для обоснования состава работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений с учетом индивидуальных особенностей проекта.

Графический метод. Если переложить исследуемые данные на графическую модель не только для понимания сути, но и для использования этой модели как путеводителя для поиска именно тех работ НТСП, которые необходимы в определенном случае, наглядность и практическая значимость ее в таком случае будет стремиться к нулю. Как и в предыдущем случае (табличный метод),

графический способ подразумевает указание связей между факторами, при этом эти связи могут меняться в зависимости от вводимых параметров – получается паутина из связей между факторами, работами и параметрами, в которой будет проблематично или почти невозможно разобраться.

Из всех рассмотренных методов наиболее подходящим является метод программирования, с его помощью в полной мере можно будет осуществить возможности аналитической модели. Благодаря программному коду в модель можно заложить все возможные зависимости между факторами, создать различные сочетания факторов и предусмотреть различные сценарии, учет которых наиболее полным образом будет формировать перечень работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений. Для написания программного кода выбран язык программирования C++, в виду его преимуществ над другими языками программирования относительно поставленных задач исследования.

C++ — компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения. Поддерживает такие парадигмы программирования, как процедурное программирование, объектно-ориентированное программирование, обобщённое программирование. Язык имеет богатую стандартную библиотеку, которая включает в себя распространённые контейнеры и алгоритмы, ввод-вывод, регулярные выражения, поддержку многопоточности и другие возможности. C++ сочетает свойства как высокоуровневых, так и низкоуровневых языков. В сравнении с его предшественником — языком C — наибольшее внимание уделено поддержке объектно-ориентированного и обобщённого программирования.

C++ широко используется для разработки программного обеспечения, являясь одним из самых популярных языков программирования. Область его применения включает создание операционных систем, разнообразных прикладных программ, драйверов устройств, приложений для встраиваемых систем, высокопроизводительных серверов, а также игр.

Синтаксис C++ унаследован от языка C. Изначально одним из принципов разработки было сохранение совместимости с C. Тем не менее C++ не является в строгом смысле надмножеством C; множество программ, которые могут одинаково успешно транслироваться как компиляторами C, так и компиляторами C++, довольно велико, но не включает все возможные программы на C.

Текст кода аналитической модели по обоснованию и определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий и сооружений, реализованного на языке программирования C++ (см. приложение Б)

Аналитическая модель работает на основе исследованных факторов и распределенных параметров по шкале желательности Харрингтона, по которой оценивается необходимость ведения работ НТСП, связанных с фактором. Работы НТСП привязаны к факторам на основе причинно-следственных связей.

Входными данными в аналитическую модель являются параметры, вводимые по каждому фактору, влияющему на проектирование заглубленных зданий и сооружений. К каждому фактору привязано несколько работ научно-технического сопровождения, условием для выполнения которых является значение введенного параметра по фактору в границах значений от «желательно» и выше. Учитывается связь факторов между собой, что представляет собой единую сбалансированную систему по обоснованию и определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий.

3.4.2. Методика по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий

Методика определения состава работ научно-технического сопровождения заглубленных зданий и сооружений (рис. 7) состоит из девяти действий. Описывается название фактора, влияющего на заглубленное строительство, граничные значения переменной (параметра), которую необходимо ввести, в каких единицах измерения она измеряется. Когда переменная введена, происходит сравнение переменной (параметра) с заданными граничными

условиями. Если переменная вне граничных условий, возвращается ошибка, требуется повторно ввести данные. Так происходит до тех пор, пока параметр не примет допустимые значения. Когда переменная (параметр) соответствует граничным условиям, происходит соотношение значения со шкалой желательности ведения НТСП по отдельному фактору. Затем переменная попадает в значения, соответствующие шкале «желательно» или «необходимо» – сохраняются данные в памяти, предлагается ввести параметр следующего фактора. Если переменная попадает в значение шкалы «нет необходимости» – работы связанные с фактором не будут выполняться при НТСП, происходит переход к следующему фактору. Описанный цикл повторяется вплоть до последнего фактора в аналитической модели. После обработки параметров последнего фактора выполняется сравнение параметров факторов, связанных одной или несколькими работами НТСП. Следующим этапом выполняется проверка условий для выполнения работ по каждому фактору. Если условия выполняются – работы, связанные с факторами добавляются в необходимый перечень работ, если не выполняются – работы не включаются в список. Сформированный список необходимых работ НТСП выводится на экран с разделением по трем блокам: проверка и дополнение проектных решений; проверка и дополнение организационно-технологических решений; подготовка программы геотехнического мониторинга.

Для начала определения состава работ по этой методике необходимо иметь соответствующие данные по инженерно-геологическим изысканиям и проектные параметры объекта.

Как выглядит интерфейс аналитической модели по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий, показано на рисунке 8. Слева находятся порядковые номера факторов, влияющих на заглубленное строительство и проектирование, далее наименование самих факторов с перечислением возможных параметров, единиц измерения и граничных значений.

В правой части располагаются поля для ввода данных, они обозначены мигающим курсором.



Рисунок 7. Методика определения состава работ научно-технического сопровождения заглубленных зданий и сооружений.

1	Введите уровень залегания грунтовых вод, введите целое число (м)	<input type="text"/>
2	Введите категорию сложности геологических условий (1,2,3)	<input type="text"/>
3	Введите глубину заложения фундамента, введите целое число (м)	<input type="text"/>
4	Введите значение коэффициента бокового давления грунта (диапазон 0.25-0.82)	<input type="text"/>
5	Введите способ возведения (1-открытый, 2-закрытый, 3-комбинированный)	<input type="text"/>
6	Введите коэффициент стесненности условий строительной площадки (Кст.) (дробная часть отделяется точкой)	<input type="text"/>
7	Используются ли новые конструкции и узлы, применяемые впервые только в этом проекте (1-нет, не применяются, 2-да, применяются)	<input type="text"/>
8	Введите значение коэффициента фильтрации (м/сутки), введите целое число	<input type="text"/>
9	Введите коэффициент увлажнения (Кув.) (дробная часть отделяется точкой)	<input type="text"/>
10	Введите номер снегового района (1-8)	<input type="text"/>
11	Предусмотрены ли спец.тех. условия по пожарной безопасности (1-да, 2-нет)	<input type="text"/>
12	Введите уровень воздействия на существующие здания (1-нет, 2-слабое, 3-умеренное, 4-сильное)	<input type="text"/>
13	Наличие возвышающейся части над землей (1-нет, 2-да)	<input type="text"/>
14	Существование зданий под снос на месте будущего строительства (1-не имеются, 2-здание средней этажности, 3-высотное здание, 4-комплекс зданий, 5-здания в аварийном состоянии)	<input type="text"/>
15	Введите данные по срокам строительства (1-обычный график, 2-промежуточное значение, 3-сжатые сроки)	<input type="text"/>
16	Существуют ли здания одновременно возводимые с проектируемым (1-нет, 2-да)	<input type="text"/>
17	Существует ли неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, оползни, суффозия) (1-нет, 2-да)	<input type="text"/>
18	Введите степень механизации строительных процессов (40-90%)	<input type="text"/>
19	Введите тип применяемой опалубки (технология опалубки) (1-крупно и мелкощитовая; 2-скользящая, безопалубочный способ; 3-деревянная нестандартной сложной формы)	<input type="text"/>
20	Введите значение конструктивных особенностей (1-монолитный ЖБ; 2-сборный ЖБ, 3- МК, смешанные конструкции)	<input type="text"/>

Рисунок 8. Интерфейс аналитической модели по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий.

Алгоритм определения необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий и сооружений (рисунок 9) представляет собой ветвящийся алгоритм с накоплением в памяти введенных данных с целью дальнейшего анализа параметров факторов и вывода результатов на экран.

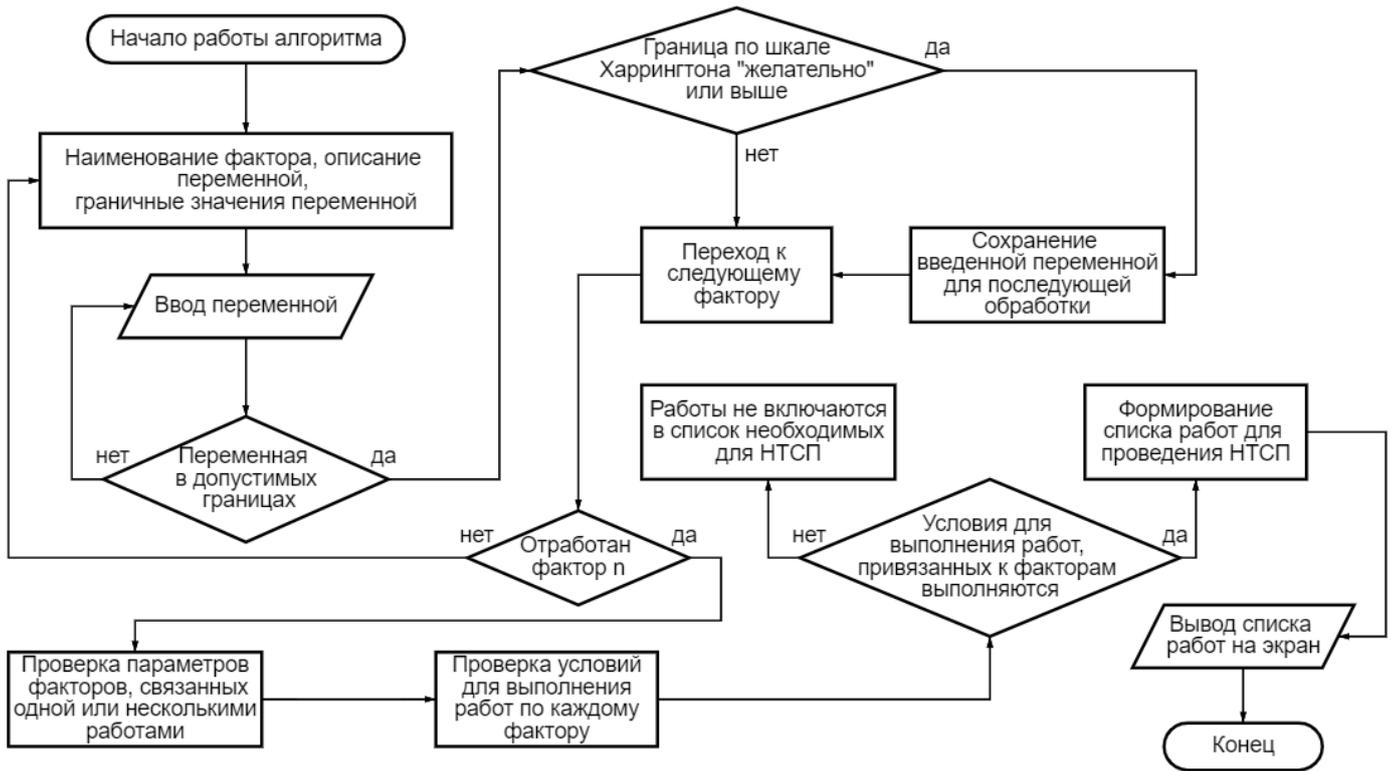


Рисунок 9. Алгоритм определения необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий и сооружений.

Алгоритм определения необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий и сооружений представляет собой описание последовательности действий аналитической модели по обработке и сравнению входных данных. Входными данными в аналитическую модель являются параметры факторов. На экране выводится описание фактора, по которому необходимо ввести параметр, место ввода определено мерцающим курсором. По изображенному алгоритму также прослеживается интерфейс программы, с помощью которого (интерфейса) пользователь осуществляет взаимодействие с инструментом определения необходимого состава работ научно-технического сопровождения заглубленных зданий и сооружений. После запуска программы на экране выводится наименование фактора, влияющего на заглубленное строительство, описание параметра, который нужно ввести и его единицы измерения. После ввода происходит проверка на корректность введенных значений, если обнаруживается ошибка, то пользователю выводится соответствующее сообщение об ошибке и

необходимости повторного ввода, затем цикл ввода и проверки повторяется до тех пор, пока не будет введено верное значение. Ошибки, как правило, возникают из-за несоблюдения размерности числовых значений или ссылок на несуществующие значения. Введенное значение дает возможность определить, необходимы, желательны ли, или нет необходимости в работах НТСП, связанных с рассматриваемым фактором. Данные по соотношению необходимости ведения работ, связанных с фактором и введенного параметра сохраняется в памяти, пока аналогичная операция не будет проделана с оставшимися факторами. Затем, происходит всецелая оценка входных значений в аналитическую модель, после чего формируются список необходимых работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений.

Связи между параметрами факторов, влияющих на проектирование заглубленных зданий и сооружений со всеми возможными работами НТСП (ранее описаны в разделе 2.1), реализованы методом программирования, но для понимания связей факторов с работами НТСП и как факторы связаны между собой, ниже в тексте приводится подробное описание.

1) Проверка обоснованности принятых проектных решений; локальная проверка проектных решений, расчет наиболее ответственных элементов конструкции.

Работа №1 выводится в список необходимых работ НТСП если выполняются условия: параметры фактора «геологические условия (категории сложности)» от 2 до 3 или коэффициент бокового давления грунта больше 0.37.

2) Разработка нестандартных методов расчета и анализа при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей сооружений.

3) Прогнозирование состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий;

4) Выявление возможных сценариев аварийных ситуаций в части оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;

- 5) *Выполнение совместных расчетов в объемной постановке системы «основание – фундамент – сооружение» в объеме, достаточном для разработки проектного решения по устройству фундамента;*
- 6) *Выполнение поверочных и альтернативных расчетов.*

Работы №№ 2,3,4,5,6 должны выполняться, если соблюдаются условия: параметр фактора «глубина заложения фундамента» больше или равно 15 метрам или коэффициент бокового давления грунта больше 0.37 .

- 7) *Моделирование новых конструкций, узлов и элементов соединений, формирование расчетных схем.*

Работа №7 необходима к выполнению в рамках научно-технического сопровождения проектирования, если в проекте применяются новые конструкции и узлы.

- 8) *Альтернативный расчет конструкций покрытия, уточнение распределения снеговых нагрузок по покрытию.*

Данная работа №8 связана с факторами «снеговой район» и «наличие возвышающейся части здания над землей». В случае, когда выполняются оба условия: номер снегового района больше 3 и есть возвышающаяся часть здания над землей.

- 9) *Разработка проектных решений от прогрессирующего разрушения:*

- *Разрушение (удаление) двух пересекающихся стен одного этажа на участке от их пересечения до ближайших проемов на каждой стене или до следующего пересечения с другой стеной длиной не более 10 метров, что соответствует повреждению конструкций в круге площадью до 80 м² (площадь локального разрушения);*
- *Разрушение колонн либо колонн с примыкающими к ним участками стен, расположенных на одном этаже на площади локального разрушения;*

- *Обрушение участка перекрытия одного этажа на площади локального разрушения.*

Работа №9 - разработка и проверка проектных решений на прогрессирующее обрушение необходима всегда при проектировании уникальных зданий и сооружений, включая здания с заглублением более чем на 15м ниже планировочной отметки земли. Данная работа не зависит от факторов и добавляется автоматически в конце блока «проверка и дополнение проектных решений».

- 10) *Формирование дополнительных требований по организации лабораторного контроля и входного контроля качества материалов и конструкций;*
- 11) *Проверка технологической последовательности СМР по возведению объекта, инженерной и транспортной инфраструктуры с учетом запланированных календарных сроков.*

В рамках научно-технического сопровождения проектирования уникальных зданий с заглублением более 15м данные работы №№ 10,11 необходимы и не имеют зависимостей от факторов.

- 12) *Разработка раздела ПОС при возведении объекта в стесненных условиях существующей застройки.*

Если коэффициент стесненности условий строительства меньше или равен единице, требуется разработать соответствующий ПОС (работа №12).

- 13) *Разработка раздела ПОС по сносу и демонтажу аварийных зданий.*

Если имеются сложная группа зданий под снос, то при НТСП необходимо учесть эту работу №13.

- 14) *Разработка раздела ПОС при строительстве в условиях неблагоприятных геологических явлений.*

Работу №14 необходимо включить в состав работ НТСП, в случае если на участке строительства существует неблагоприятная геологическая обстановка.

15) *Разработка раздела ПОС в условиях сжатых сроков строительства.*

В случае когда, график производства работ не имеет резервов времени, необходимо включать в состав работ НТСП работу №15.

16) *Разработка специальных технических условий по пожарной безопасности, в том числе. проектирование новых систем и конструкций.*

Если специальные технические условия не предусмотрены в проекте (чего быть не должно, так как уникальное здание невозможно возвести без отступлений от нормативных документов), то их разработку следует добавить в общий состав работ научно-технического сопровождения проектирования (работу № 16).

17) *Анализ проектной документации, поиск возможностей максимально механизировать производство. Корректировка или подбор эффективного комплекта машин и механизмов.*

Данная работа №17 добавляется в список необходимых работ научно-технического сопровождения в случае, если уровень механизации строительных процессов находится на уровне ниже 80%.

18) *Предусмотреть дополнительный контроль геометрии несущих элементов. Формирование указаний в ПОС по разработке ППГР.*

Если применяемый тип опалубки в проекте является нестандартным или редко встречающимся (скользящая, деревянная нестандартной сложной формы или возведение ведется безопалубочным способом), то данные работы №18 необходимы к исполнению в рамках НТСП.

19) *Разработка ПОС с описанием технологии выполнения работ по устройству глубокого котлована, мероприятий по исключению разуплотнению грунтов основания и изменения их физико-механических свойств, а также разуплотнение обжатых грунтов оснований*

существующих зданий и сооружений окружающей застройки и объектов инженерной инфраструктуры, попадающих в зону влияния строительства.

Если зона воздействия нового строительства распространяется на существующие здания, то следует предусмотреть включение в состав работ НТСП, связанную с этим работу №19.

20) *Разработка мероприятий по сбору и отводу грунтовых, поверхностных вод, атмосферных осадков - для предотвращения замачивания грунтов основания.*

Если глубина залегания грунтовых вод менее 30м или разница между уровнем залегания грунтовых вод и глубиной заложения фундамента меньше либо равна 3м, или коэффициент фильтрации больше 40 метров/сутки, или коэффициент увлажнения больше либо равен 1, то при выполнении одного из этих условий, работу №20, связанную с этими факторами, следует включать в состав работ НТСП.

21) *Проектирование систем для откачивания грунтовых вод при водопонижении и водоотливе в зоне влияния строительства.*

Если коэффициент фильтрации больше 40 м/сутки, то работа №21 необходима к исполнению в рамках НТСП.

22) *Разработка инженерно-технических решений, реализация которых обеспечивает прочность и устойчивость здания или сооружения, расположенного в зоне влияния строительства (устойчивость бермы котлована, сохранность транспортной инфраструктуры и др.)*

В случае, когда используется открытый способ возведения и коэффициент стесненности меньше либо равен 1 или существует воздействие на существующие здания, выполняется связанная с этими факторами работа №22.

- 23) *Проверка условий, предусматривающих бесперебойную поставку бетона на строительную площадку, проверка наличия площадей для складирования.*

Работа №23 связана с фактором «конструктивные особенности» и попадает в список необходимых работ, если здание возводится из монолитного железобетона.

- 24) *Проверка транспортной доступности завода ЖБИ, логистических аспектов.*

Работа №24 связана с фактором «конструктивные особенности» и попадает в список необходимых работ, если здание возводится из сборно-монолитного железобетона.

- 25) *Проверка транспортной доступности завода ЖБИ, логистических аспектов;*

- 26) *Проверка условий, предусматривающих бесперебойную поставку бетона на строительную площадку, проверка наличия площадей для складирования.*

Работы №№ 25, 26 связаны с фактором «конструктивные особенности» и попадают в список необходимых работ, если здание возводится из смешанных материалов и металлических конструкций.

- 27) *Формирование отчета об инженерно-геологических изысканиях;*
28) *Подготовка заключения по результатам экологической экспертизы проекта;*
29) *Уточнение границ, в рамках которых разрешено использование земельного участка.*

Работы №№ 27, 28, 29 привязаны к факторам «уровень залегания грунтовых вод» и к «геологическим условиям». Работы добавляются в список обязательных

работ НТСП в случае если хотя бы одно из условий (уровень грунтовых вод менее 31 м или геологическая категория сложности соответствует значению 2 или 3).

30) Формирование отчетов и других материалов по результатам обследования технического состояния существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства.

Работа №30 добавляется в список работ НТСП, если выполняются оба условия - коэффициент стесненности условий строительства меньше либо равен 1 и существует воздействие на существующую застройку.

31) Прогнозирование влияния проведения земляных и строительно-монтажных работ на прочность и устойчивость зданий окружающей застройки.

Условие для добавления этой работы №31 выполняется, если существует влияние на окружающую застройку.

32) Формирование перечня возводимых одновременно с основным объектом подземных или надземных сооружений, строительные работы на которых могут оказывать влияние (с указанием характера влияния) на результаты будущего мониторинга.

В случае наличия зданий одновременно возводимых с проектируемым, в список необходимых работ научно-технического сопровождения проектирования добавляется данная работа №32.

33) Предусмотреть проектом контроль фактического уровня грунтовых вод разных водоносных горизонтов, вскрытых скважинами при установке конструкций ограждения котлована.

Работа №33 выполняется, если здание возводится открытым способом.

- 34) *Разработка мероприятий по контролю состояния бермы котлована: организация отвода поверхностных вод; весовые параметры складированных материалов и оборудования в пределах призмы обрушения; просадки грунта; провалы; развитием трещин.*

Данная работа №34 добавляется к списку необходимых работ в рамках НТСП, при выполнении обоих условий: применяется открытый способ возведения и коэффициент увлажнения больше либо равен 1.

- 35) *Разработка программы мониторинга развития неблагоприятных геологических процессов (карст, суффозия, оползни, подъём грунтовых вод);*
- 36) *Разработка мероприятий, обеспечивающих стабильность параметров грунтов основания, учтённых в проекте при определении несущей способности фундаментной плиты или конструкции свайно-плитного фундамента.*

При условии, что строительство будет вестись на участке с неблагоприятными геологическими явлениями, к обязательному списку работ НТСП добавятся описанные работы №№ 35, 36 по мониторингу и разработке мероприятий для обеспечения стабильности грунтов.

Конечным результатом исследования является инструмент определения – методика по определению необходимого состава работ НТСП заглубленных зданий:

- 1) Описывается название фактора, влияющего на заглубленное строительство, граничные значения переменной (параметра), которую необходимо ввести, в каких единицах измерения она измеряется. Вводимые параметры берутся из имеющихся данных о проекте, инженерно-геологических изысканиях, проектной документации.
- 2) Когда переменная введена, происходит сравнение переменной (параметра) с заданными граничными условиями. Если переменная

вне граничных условий, возвращается ошибка, требуется повторно ввести данные. Так происходит до тех пор, пока параметр не примет допустимые значения.

- 3) Когда переменная (параметр) соответствует граничным условиям, происходит соотношение значения со шкалой желательности ведения НТСП по отдельному фактору. Затем переменная попадает в значения, соответствующие шкале «желательно» или «необходимо» – сохраняются данные в памяти, предлагается ввести параметр следующего фактора. Если переменная попадает в значение шкалы «нет необходимости» – работы связанные с фактором не будут выполняться при НТСП, происходит переход к следующему фактору.
- 4) Описанный цикл повторяется вплоть до последнего фактора в аналитической модели. После обработки параметров последнего фактора выполняется сравнение параметров факторов, связанных одной или несколькими работами НТСП.
- 5) Следующим этапом выполняется проверка условий для выполнения работ по каждому фактору. Если условия выполняются – работы, связанные с факторами добавляются в необходимый перечень работ, если не выполняются – работы не включаются в список.
- 6) Сформированный список необходимых работ НТСП выводится на экран с разделением по трем блокам: проверка и дополнение проектных решений; проверка и дополнение организационно-технологических решений; подготовка программы геотехнического мониторинга.

С помощью методики заинтересованные в использовании НТСП на объекте строительства лица смогут определить нужный перечень работ НТСП для своего проекта. Таким образом, исключаются ситуации с возникновением необязательных и лишних работ, которые потребуют дополнительных трат, также не возникнет обстоятельств, при которых внезапно возникнет необходимость в

проведении дополнительных обязательных работ, которые ранее не планировались.

3.5 Выводы по главе 3

1. Аналитическим методом с использованием статистических данных отобраны, изучены и описаны 25 факторов, оказывающих влияние на проектирование заглубленных зданий и сооружений.
2. Определены с помощью экспертного опроса наиболее значимые факторы из отобранных ранее. Были отброшены такие факторы как: «технология устройства гидроизоляции», «сложность геометрических форм несущих элементов (форма сечений и проектное положение)», «сложность конфигурации фундамента (уровни по высоте)», «защитные мероприятия от обвала грунта», «предыдущее строительство было заморожено из-за нештатной ситуации», «строительство в условиях миграции диких животных».
3. Была использована шкала желательности Харрингтона, по которой оценивалась необходимость ведения работ НТСП в зависимости от определенного фактора.
4. Параметры факторов были распределены по созданной шкале, таким образом, появилась основа для создания аналитической модели, оценивающей необходимость работ связанных с факторами в значениях шкалы «нет необходимости – желательно – необходимо».
5. Создана аналитическая модель на основе факторов, влияющих на заглубленное строительство и градации шкалы параметров. Аналитическая модель является инструментом по определению и обоснованию необходимого состава работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений.
6. Дан подробный алгоритм действия аналитической модели, его принципы.

7. Описана связь исследуемых факторов и работ, включаемых в программу НТСП, предлагаемых к выполнению и состоящих из разделов: проверка и дополнение проектных решений; проверка и дополнение организационно-технологических решений; подготовка программы геотехнического мониторинга.
8. Разработана методика определения необходимого и достаточного объема работ при научно-техническом сопровождении проектирования уникальных зданий и сооружений с заглублением более 15м относительно планировочной отметки земли.

ГЛАВА 4.ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1 Характеристики объекта внедрения

Объект - офисно-административное здание с надземно-подземным паркингом на участке №16 ММДЦ «Москва-Сити» по адресу: 1-й Красногвардейский проезд д. 19 (рис. 10, 11). Здание имеет 5 подземных и 14 надземных этажей с размерами в осях 68,45х86м. Площадь застройки – 9640 м². Основные технико-экономические показатели объекта приведены в таблице 6.



Рисунок 10. Концепция будущего сооружения

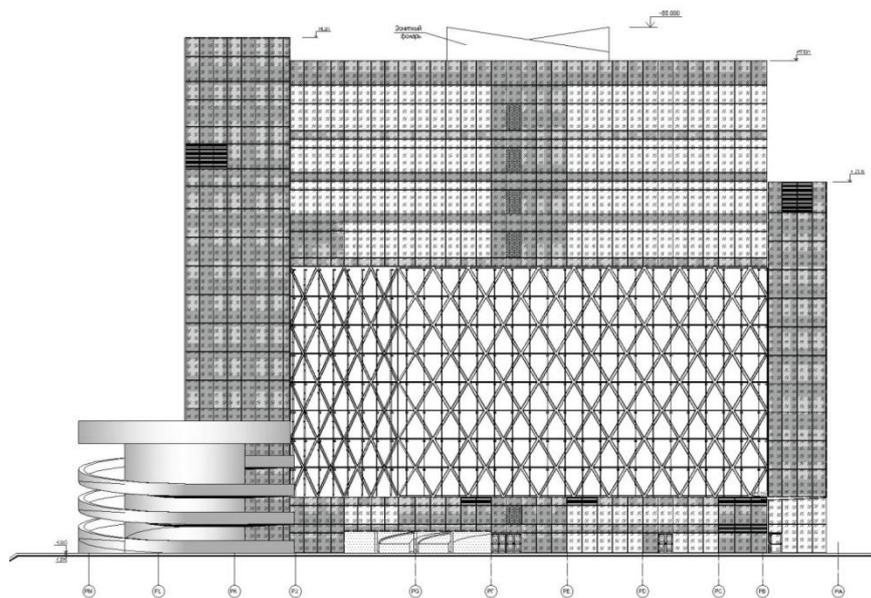


Рисунок 11. Фасад здания в осях РМ-РА.

Как видно из генерального плана и 3D- модели существующей застройки (рисунок 12, 13), строительство будет вестись в стесненных условиях, что необходимо учесть, в том числе при проведении научно-технического сопровождения проектирования.



Рисунок 12. Генеральный план

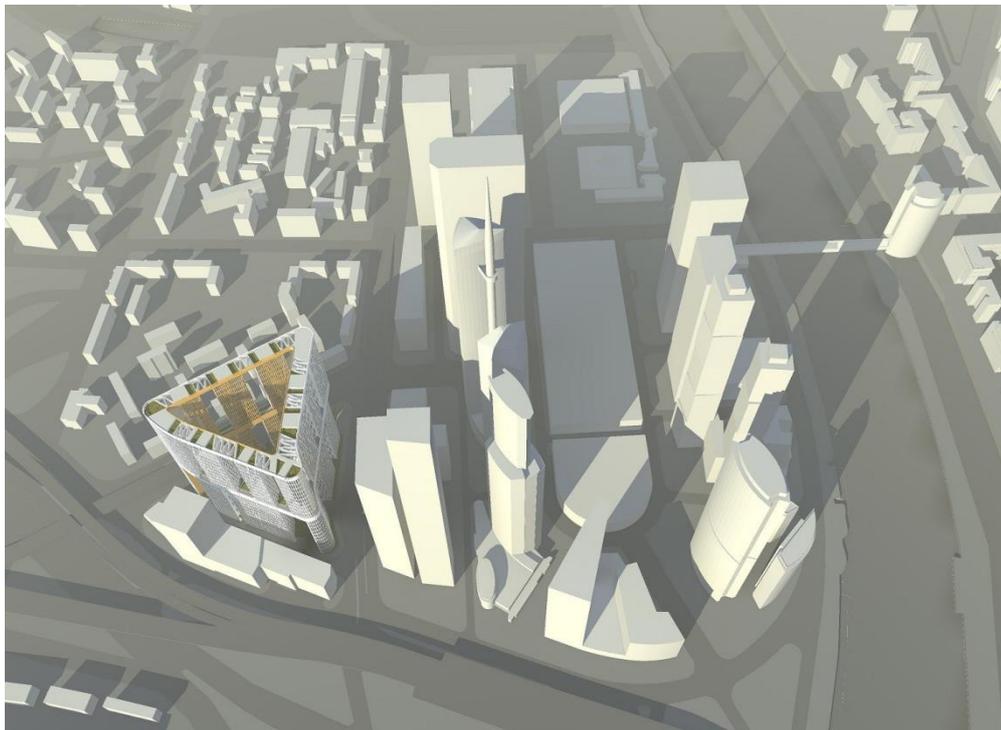


Рисунок 13. 3D – модель существующей застройки

Таблица 6 .Основные технико-экономические показатели объекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Количество
Площадь застройки	кв.м	9 640
Строительный объем здания		737 900
– надземной части	куб.м	369 655
- подземной части		368 245
Общая площадь зданий, в т.ч.:		157 490
– надземной части	кв.м	87 590
– подземной части		69 900
Верхняя высотная отметка (относительно отм. 0.000)	м	60
Этажность здания	этажей	14+5 подземных уровней
Вместимость паркинга	м/мест	3148 (в т.ч.25 для МГН)
Площадь помещений сопутствующей инфраструктуры	кв. м	25 860

4.1.1. Климат района строительства

Район работ входит в зону умеренно-континентального климата со следующими среднегодовыми показателями: температура – плюс 3 ÷ 3,5 град, осадки – 500 ÷ 650 мм (586 мм), число дней со среднесуточной температурой выше 0 град – 210 ÷ 214.

Наибольшее количество осадков приходится на весенне-летний период. Средняя температура января – минус 10,5 ÷ 11,0 град (абсолютный минимум минус 42 градуса), средняя температура июля – плюс 17,5 ÷ 18,0 (абсолютный максимум плюс 38,0 град).

Средняя годовая относительная влажность воздуха 79%. Преобладающие направления ветров – юго-западные, западные и южные, со средней скоростью 4 м/с. Количество осадков холодного периода года (ноябрь-март) – 201 мм, теплого (апрель-октябрь) – 443 мм. Суммарное количество осадков за год – 644 мм.

На картах районирования Российской Федерации по климатическим характеристикам (СП 20.13330.2016, приложение Е) территория работ относится к районам:

- III по весу снегового покрова; давление от веса снегового покрова на 1 м²
- горизонтальной поверхности земли $S_g=1,8$ кПа;
- I по давлению ветра; значение ветрового давления $w_0=0,24$ кПа;
- II по толщине стенки гололёда.

Согласно картам сейсмического районирования территории РФ (СП 14.13330.2018) «Строительство в сейсмических районах» (актуализированная редакция СНиП II-7-81*) и картам общего сейсмического районирования территории Российской Федерации район строительства относится к 5-бальной зоне при 10%, 5% и 1% вероятности сейсмической опасности. Сейсмичность района работ – менее 6 баллов (СП 14.13330.2018 и ОСР-97).

4.1.2. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия площадки строительства

В геологическом строении площадки изысканий до разведанной глубины 45,0м принимают участие: современные техногенные (tQIV), верхнечетвертичные аллювиальные (aQIII), среднечетвертичные моренные отложения днепровского оледенения (gQII_d) и флювиогляциальные отложения окско-днепровского межледниковья (fQII_{o-d}), которые подстилаются коренными породами верхнеюрского (J3ox-cl) и верхнекаменноугольного (C3izm, msc, pr, nv, rt, sv, vs) возрастов.

Гидрогеологические условия участка изысканий характеризуются распространением следующих водоносных горизонтов.

Надьюрский безнапорно-напорный водоносный горизонт вскрыт на глубине 4,0-14,2 м (абс.отм 128,6-130,2 м), установившиеся уровни зафиксированы на гл.

4,0-14,2 м (абс.отм.128,75-130,2 м), величина напора составляет 0,2-0,3 м. Горизонт приурочен к флювиогляциальным песчаным отложениям, водоупором являются верхнеюрские глины.

По результатам сокращенного химического анализа подземные воды по составу хлоридно-сульфатные кальциево-магниевые, сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые, пресные и слабосолоноватые, с минерализацией 709,71-1171,35 мг/л, умерено жесткие и очень жесткие, рН 6,7-7,7. Степень коррозионной агрессивности по отношению к свинцу – средняя до высокой, к алюминию – высокая, к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода – средняя, к ж/б конструкциям – нет, к бетону – нет.

Для оценки фильтрационных свойств водовмещающих грунтов первого водоносного горизонта на площадке изысканий проведено 6 откачек из одиночных несовершенных скважин с затопленным фильтром. Фильтры располагались в интервале глубин 9,0-13,0м в водонасыщенных флювиогляциальных пылеватых песках средней плотности и плотных песках средней крупности (ИГЭ-5, 6б). По результатам расчетов получены следующие значения коэффициентов фильтрации:

- флювиогляциальные пылеватые пески средней плотности сложения – 0,81-0,92м/сут (ИГЭ-5);
- флювиогляциальные пески средней крупности плотные – 2,83-3,09 м/сут (ИГЭ-6б);

Воды «верховодки» на период проведения изысканий не выявлены, однако, отмечена вероятность их образования в отдельные периоды года в техногенных и аллювиальных грунтах на границе с моренными суглинками.

Верхнекаменноугольный безнапорно-напорный водоносный комплекс приурочен к измайловским и перхуровским трещиноватым известнякам в виду отсутствия между ними сплошного водоупорного слоя. Комплекс вскрыт на

глубине 9,6-19,6 м (абс.отм 121,7-124,5 м), установившиеся уровни зафиксированы на глубине 9,5-18,8 м (абс.отм.123,6-124,6 м), величина напора составляет 0,1-2,6 м. Верхним водоупором являются верхнеюрские глины, а также прослой окремненных известняков, нижним – неверовские глины.

По результатам сокращенного химического анализа подземные воды по составу хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые, сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые, пресные, с минерализацией 583,36-789,27 мг/л, умерено жесткие, рН 7,2-7,4. Степень коррозионной агрессивности по отношению к свинцу – средняя до высокой, к алюминию – высокая, к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода – средняя, к ж/б конструкциям – нет, к бетону – нет.

По результатам оценки фильтрационных свойств водовмещающих грунтов измайловско-перхуровского водоносного комплекса получены следующие значения коэффициентов фильтрации: трещиноватые известняки – 15,87-35,29 м/сут (ИГЭ-9);

Верхнекаменноугольный ратмировский водоносный горизонт вскрыт на глубине 25,1-34,6 м (абс. отм. 107,8-109,6 м) и приурочен к трещиноватым известнякам. Верхним водоупором являются – неверовские глины, нижним – воскресенские глины. Определить напор в связи с технологией бурения не представлялось возможным.

Верхнекаменноугольный суворовский водоносный горизонт вскрыт на глубине 38,2- 44,4 м (абс. отм. 94,8-95,8 м) и приурочен к трещиноватым известнякам. Верхним водоупором служат – воскресенские глины, нижний – бурением не вскрыт. Определить напор в связи с технологией бурения не представлялось возможным.

4.1.3. Физико-геологические процессы и явления

Согласно «Схематической карте инженерно-геологического районирования по степени опасности проявления карстово-суффозионных процессов в г.

Москве» участок изысканий расположен в потенциально-опасной зоне в отношении проявлений карстово-суффозионных процессов. Однако на площадке изысканий и смежных участках внешних проявлений опасных физико-геологических и карстово-суффозионных процессов не обнаружено. При бурении скважин в известняках измайловской толщи зафиксированы провалы инструмента 0,1-0,2 м. Однако поскольку дисперсные грунты будут полностью удалены при вскрытии котлована, развитие карстово-суффозионных процессов представляется невозможным. Категорию устойчивости территории относительно интенсивности карстовых провалов можно отнести типу VI – провалообразование исключается.

Учитывая глубину заложения фундаментов – абс.отм. 121,60 м, глубину разработки котлована абс.отм. 119,20 м и глубины залегания уровня подземных вод – 15,55-19,1 м (абс.отм 121,7-124,5 м), с поправкой на сезонное колебание уровня подземных вод (1,0-1,5 м), площадку предполагаемого строительства можно охарактеризовать как потенциально подтопляемую в результате экстремальных природных ситуаций, тип подтопляемости II-A-2 (приложение И СП 11-105-97 ч. II).

Нормативная глубина сезонного промерзания в районе изысканий для глинистых грунтов составляет 1,4 м, песчаных – 1,6 м. В зоне сезонного промерзания преимущественно залегают насыпные песчаные грунты, имеющие степень влажности менее 0,60, что характеризует грунты как непучинистые.

По сложности инженерно-геологических условий, согласно приложения А СП 47.13330.2012, данная площадка может быть отнесена ко II категории сложности.

Расчетная оценка возможного максимального диаметра карстового провала в основании проектируемого здания составляет 2,2 м.

По результатам инженерно-геологических изысканий установлено, что на площадке строительства залегают техногенные грунты, которые в соответствии с

СП 47.13330.2012 /1/ следует относить к грунтам, обладающим специфическими свойствами.

Техногенные грунты развиты повсеместно с поверхности до глубины 0,6-8,9м и представлены песками разнотернистыми, преимущественной средней крупности, а также супесями пластичными и твердыми, с прослоями песков влажных, иногда водонасыщенных, реже суглинками мягкопластичными, с включениями строительного мусора (щебень и обломки кирпича, бетона, асфальта, остатки древесины, и т.п.).

Для определения состава необходимых работ в рамках научно-технического сопровождения проектирования, была использована предлагаемая методика. В аналитическую модель были введены необходимые параметры для ее работы.

Входные данные по рассматриваемому проекту в аналитическую модель

Введите уровень залегания грунтовых вод, введите целое число (м)

6

Введите категорию сложности геологических условий (1,2,3)

2

Введите глубину заложения фундамента, введите целое число (м)

19

Введите значение коэффициента бокового давления грунта (диапазон 0.25-0.82)

0.5

Введите способ возведения (1-открытый, 2-закрытый, 3-комбинированный)

3

Введите коэффициент стесненности условий строительной площадки (Кст.) (дробная часть отделяется точкой)

0.3

Используются ли новые конструкции и узлы, применяемые впервые только в этом проекте (1-нет, не применяются, 2-да, применяются)

1

Введите значение коэффициента фильтрации (м/сутки), введите целое число
70

Введите коэффициент увлажнения (Кув.) (дробная часть отделяется точкой)
1.5

Введите номер снегового района (1-8)

3

Предусмотрены ли спец.тех. условия по пожарной безопасности (1-да, 2-нет)

1

Введите уровень воздействия на существующие здания (1-нет, 2-слабое, 3-умеренное, 4-сильное)

3

Наличие возвышающейся части над землей (1-нет, 2-да)

2

Существование зданий под снос на месте будущего строительства (1-не имеются, 2-здание средней этажности, 3-высотное здание, 4-комплекс зданий, 5-здания в аварийном состоянии)

1

Введите данные по срокам строительства (1-обычный график, 2-промежуточное значение, 3-сжатые сроки)

2

Существуют ли здания одновременно возводимые с проектируемым (1-нет, 2-да)

2

Существует ли неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, оползни, суффозия) 1-нет, 2-да

1

Введите степень механизации строительных процессов (40-90%)

75

Введите тип применяемой опалубки (технология опалубливания) (1-крупно и мелкощитовая; 2-скользящая, безопалубочный способ; 3-деревянная нестандартной сложной формы)

2

Введите значение конструктивных особенностей (1-монолитный ЖБ; 2- сборный ЖБ, 3- МК, смешанные конструкции)

3

В результате обработанных данных, необходимый перечень работ для объекта «офисно-административное здание с надземно-подземным паркингом на участке №16 ММДЦ «Москва-Сити»» был определен и распределен по трем блокам (проверка и дополнение проектных решений; проверка и дополнение организационно-технологических решений; подготовка программы геотехнического мониторинга).

Проверка и дополнение проектных решений

1) Проверка обоснованности принятых проектных решений; локальная проверка проектных решений, расчет наиболее ответственных элементов конструкции;

2) Разработка нестандартных методов расчета и анализа при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;

3) Прогнозирование состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий;

4) Выявление возможных сценариев аварийных ситуаций в части оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;

5) Выполнение совместных расчетов в объемной постановке системы «основание - фундамент – сооружение» в объеме, достаточном для разработки проектного решения по устройству фундамента;

6) Выполнение поверочных и альтернативных расчетов;

7) Разработка проектных решений от прогрессирующего разрушения:

Проверка и дополнение организационно-технологических решений

1) Формирование дополнительных требований по организации лабораторного контроля и входного контроля качества материалов и конструкций;

2) Проверка технологической последовательности СМР по возведению объекта, инженерной и транспортной инфраструктуры с учетом запланированных календарных сроков;

3) Анализ проектной документации, поиск возможностей максимально механизировать производство. Корректировка или подбор эффективного комплекта машин и механизмов;

4) Предусмотреть дополнительный контроль геометрии несущих элементов.
Формирование указаний в ПОС по разработке ППГР;

5) Разработка ПОС с описанием технологии выполнения работ по устройству глубокого котлована, мероприятий по исключению разуплотнению грунтов основания и изменения их физико-механических свойств, а также разуплотнение обжатых грунтов оснований существующих зданий и сооружений окружающей застройки и объектов инженерной инфраструктуры, попадающих в зону влияния строительства;

6) Разработка мероприятий по сбору и отводу грунтовых, поверхностных вод, атмосферных осадков - для предотвращения замачивания грунтов основания;

7) Проектирование систем для откачивания грунтовых вод при водопонижении и водоотливе в зоне влияния строительства;

8) Разработка раздела ПОС при возведении объекта в стесненных условиях существующей застройки;

9) Разработка раздела ПОС в условиях сжатых сроков строительства;

10) Проверка условий, предусматривающих бесперебойную поставку бетона на строительную площадку, проверка наличия площадей для складирования.

Подготовка программы геотехнического мониторинга

1) Формирование отчета об инженерно-геологических изысканиях;

2) Подготовка заключения по результатам экологической экспертизы проекта;

3) Уточнение границ, в рамках которых разрешено использование земельного участка;

4) Формирование отчетов и других материалов по результатам обследования технического состояния существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства;

5) Прогнозирование влияния проведения земляных и строительномонтажных работ на прочность и устойчивость зданий окружающей застройки;

6) Формирование перечня возводимых одновременно с основным объектом подземных или надземных сооружений, строительные работы на которых могут оказывать влияние (с указанием характера влияния) на результаты будущего мониторинга;

7) Предусмотреть проектом контроль фактического уровня грунтовых вод разных водоносных горизонтов, вскрытых скважинами при установке конструкций ограждения котлована;

8) Разработка мероприятий, обеспечивающих стабильность параметров грунтов основания, учтённых в проекте при определении несущей способности фундаментной плиты или конструкции свайно-плитного фундамента.

На основании результатов внедренной методики и обработки аналитической моделью входных параметров проекта, сформирован перечень работ научно-технического сопровождения проектирования. Выполнена корректировка проекта с учетом получившегося перечня работ НТСП.

4.1.4. Объемно-планировочные решения, предусмотренные корректировкой

- На подземных этажах паркинга В5-В1 в осях P13/P14 и PM/PL исключены лифты Л-25 и Л-26 с прилегающими к ним тамбур-шлюзами и лифтовыми холлами. Вместо исключенных лифтов и помещений предусмотрено четыре дополнительных парковочных места на каждом этаже;

- Санузел на этаже В2, расположенный ранее внутри двухпутной рампы в осях Р2/Р3 и РL/РК, предусмотрено разместить возле рампы в осях Р3/Р4 и РМ/РL;

- На подземном этаже паркинга В1 внесены изменения в планировку торговых помещений (оси РВ/РА и Р5/Р12), вместо четырех торговых помещений запроектировано два;

- Поменялась конфигурация лестницы 8 на этаже В1 (оси Р4.6/Р5 и РК/РJ);

- Уточнена планировка офисных помещений 1 и 2 на 1-ом этаже. Офисное помещение 1, которое располагалось в уровне 1-го и 2-го этажей без промежуточного перекрытия (высота помещения до перепланировки 6,2м) после корректировки занимает 1-ый и 2-ой этажи из-за устройства межэтажного перекрытия и внутренней эвакуационной лестницы между двумя этажами.

Также изменилась планировка входной зоны в осях Р11/Р14 и РL/РG, из-за исключения лифтов Л25 и Л26 подземной части;

- На 3-ем надземном этаже уточнена планировка офисных помещений и скорректировано размещение парковочных мест в осях Р4.6/Р8 и РD/РЕ.

- Одиннадцатый надземный этаж поменял свое назначение. Вместо помещения для хранения автомобилей и вписанным в него офисным блоком весь 11-ый этаж занимают офисные помещения. Корректировкой предусмотрено возведение конструкции дополнительного перекрытия для выравнивания существующего наклонного перекрытия, устройства перегородок для выгораживания офисных и подсобных помещений, устройства внутренних открытых лестниц для сообщения между помещениями 11-го этажа, расположенными после изменения в разных уровнях, и устройства двух внутренних лестниц на перепадах высот между 11-ым и выгороженной центральной частью 10-го этажа. После корректировки в центральной части 10-го этажа с отметкой пола +31.350 вместо помещения для хранения автомобилей размещены технические и подсобные помещения;

- На 14-ом этаже удалены перегородки между офисными помещениями в осях P10/P13 и осях PJ /PD для образования двух офисных помещения (поз. 14-044 и поз. 14-045);

- На 12-ом и 14-ом этажах добавлен эвакуационно - коммуникационный коридор из офисной зоны в лестничную клетку 7А;

- Выход на кровлю из лестницы 6А после изменения не предусмотрен.

- Уточнена отделка помещений сопутствующей инфраструктуры: отделка помещений сопутствующей инфраструктуры выполняется силами арендатора (покупателя)

Объем корректировки конструктивных решений включает в себя:

- В связи с перепрофилированием 11-го этажа в блок офисного назначения, отменой лифтов номер 25 и 26 корректировкой предусмотрено устройство новых отверстий в монолитных стенах и перекрытиях;

- Уточнение конструктивных решений металлической надстройки 12-14 этажей, устраиваемой въездной металлической рампы.

- Предложена более эффективная схема устройства стены в грунте, с точки зрения организационно-технологических мероприятий.

- Увеличение сечения отдельных металлических колонн и балок 12-14 этажей, усиление отдельных железобетонных колонн с -5 по 5 этажи, а также с 9 по 11 этажи.

- Устройство нового перекрытия на отметке +3.200 и металлических конструкций для последующего возведения кирпичных стен на отметке 0.000 для офисного помещения в осях P4.6-P7/PC-PE.

За условную отметку 0.000 принята абсолютная отметка пола 1-го этажа – 131.20.

Уровень ответственности проектируемого здания – I (повышенный).

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1,1$.

Степень огнестойкости I.

Класс конструктивной пожарной опасности – С₀.

Нагрузка от дополнительного перекрытия на пандусы принята сосредоточенная. Сформированы расчетные схемы здания (рис. 14, 15, 16). При шаге стоек 1,8м максимальная нагрузка составляет 2,5тс (с учетом всех нагрузок от полов – постоянные и временные нагрузки). В расчетной модели принято:

Вес конструкций – собственный вес колонн, перекрытий, металлических конструкций.

- Постоянная нагрузка - вес пола.
- Временная нагрузка – сумма полезной нагрузки, веса перегородок с подвесным потолком и коммуникациями.
- Снеговая нагрузка.
- Ветровая нагрузка и ветровые пульсации.
- Температурные - климатические воздействия – в соответствии с СП 20.13330.2011. «Нагрузки и воздействия».

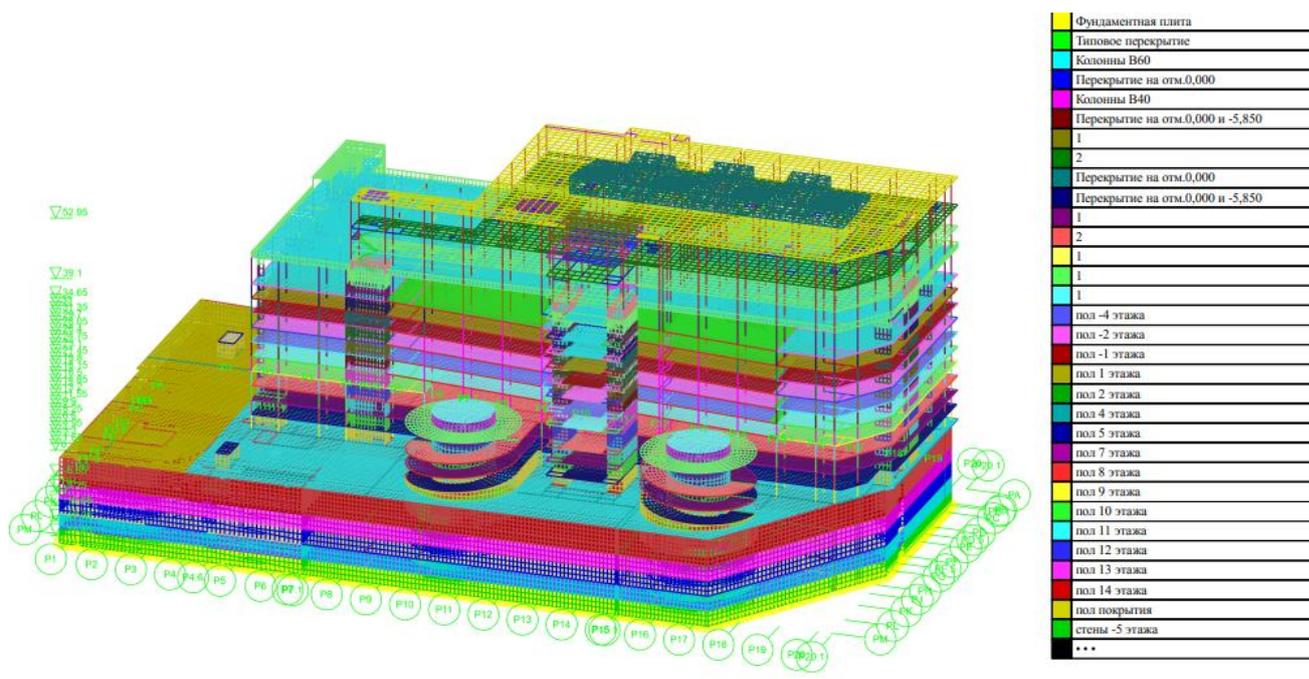


Рисунок 14. Общий вид расчетной схемы

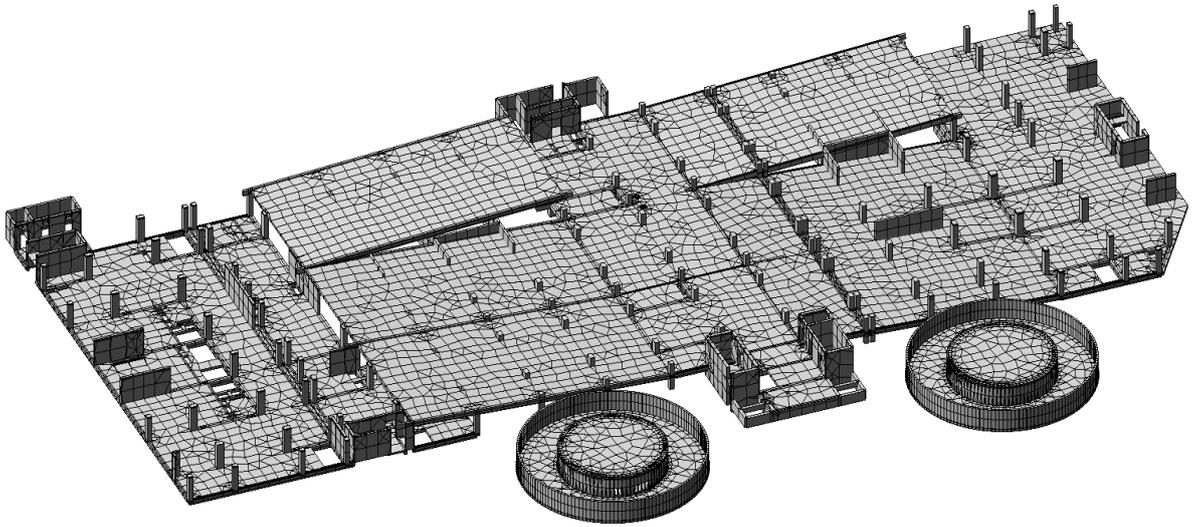


Рисунок 15. Локальный вид расчетной схемы этажа

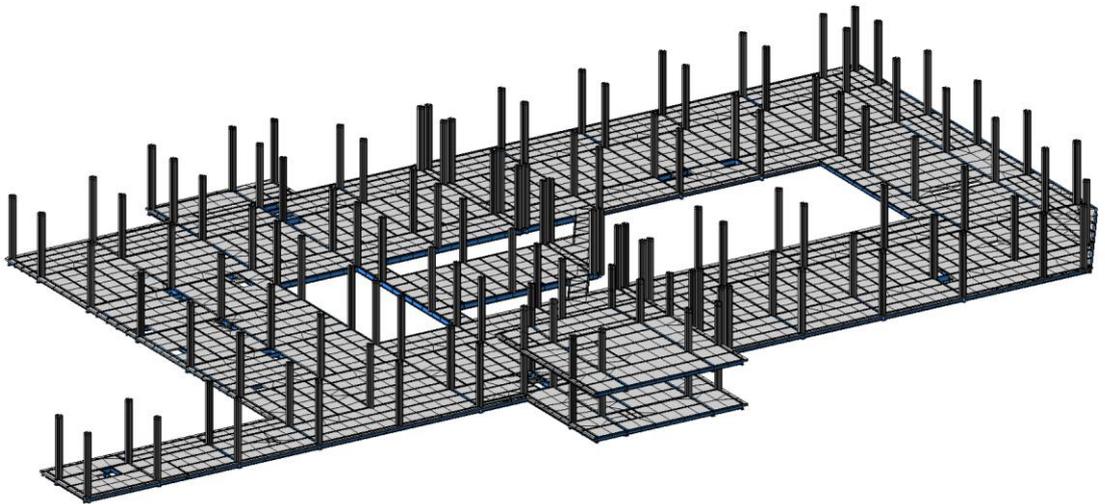


Рисунок 16. Локальный вид расчетной схемы колонн

4.2. Описание внесенных изменений в конструктивные решения

1. В существующих железобетонных перекрытиях толщиной 300 мм вырезаются новые проемы. Проемы, требующие по расчету усиления, выполняются с усилением стальными балками либо железобетонными балками.

Железобетонные балки для усиления перекрытия с отверстием крепятся к существующим железобетонным балкам и колоннам за счет анкеровки рабочей арматуры к монолитным конструкциям на специализированном клеевом составе.

Отверстия по периметру обрамляются металлическими листами толщиной 16мм с креплением к бетону через вклеиваемые на специализированном клеевом составе шпильки с закреплением пластин гайками и шайбами.

Проектом предусмотрено устройство новых отверстий в железобетонных стенах. Согласно расчетам в ПК Лира стены с устраиваемыми проемами, в которых требуется усиление, усиливаются с помощью железобетонных обойм по периметру проема до его вырезки (рис. 17).

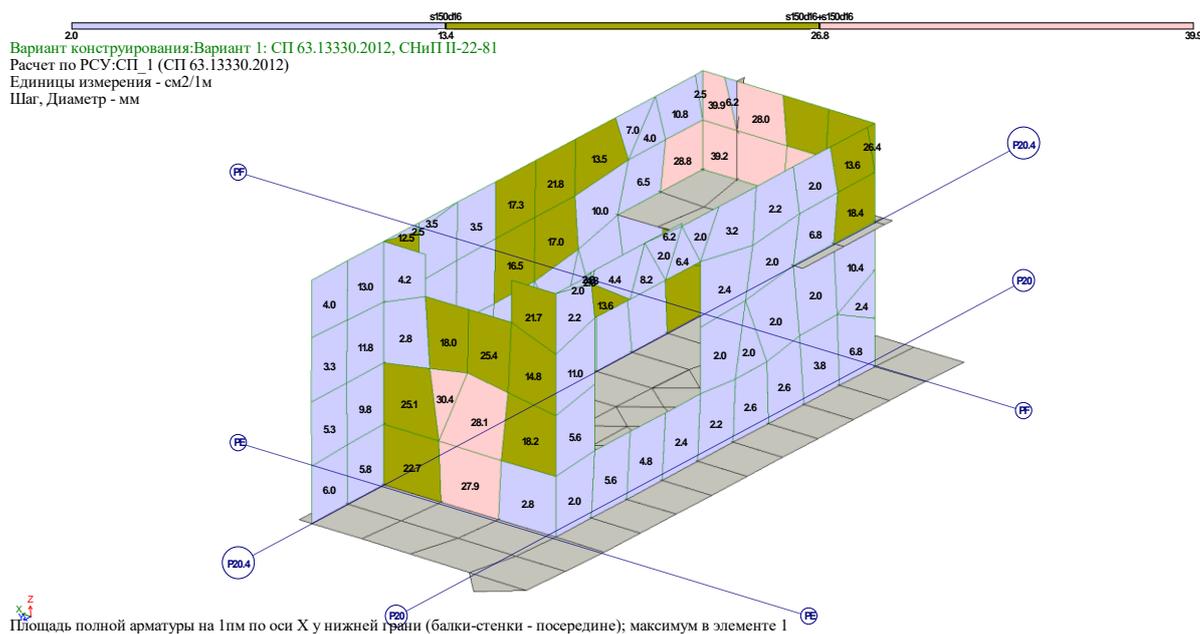


Рисунок 17. Расчет армирования стен с проемами. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине)

2. По результатам расчетов в ПК Лира требуется дополнительное армирование железобетонных колонн на этажах с -5 по 5, а также с 9 по 11 этажи в связи с устройством дополнительного перекрытия на 11 этаже и уточнением нагрузок. Дополнительное армирование железобетонных колонн выполняется

арматурными продольными стержнями А500С по расчету с заведением в перекрытия.

3. По результатам расчетов в ПК SCAD в связи с уточнением нагрузок требуется увеличение сечения некоторых приопорных участков металлических колонн с отм. +39,050 (точное расположение согласно расчета) и выше, а также некоторых металлических балок на отм. +43,850. +48,700 (точное местоположение согласно расчета). К металлическим колоннам из двух двутавров к полкам снаружи на сварке крепятся дополнительные пластины толщиной от 6мм до 12 мм из стали не менее С235 прерывистым сварным швом длиной 100мм и шагом 400мм, катет шва 5мм. К металлическим балкам из двутавров к нижней полке или к обоим полкам (нижней и верхней) привариваются дополнительные пластины толщиной от 6мм до 12мм из стали не менее С235 прерывистым сварным швом длиной 100мм и шагом 400мм, катет шва 5мм. Необходимая длина участков с увеличенным сечением металлических колонн и балок определяется расчетом.

4. В осях P8-P12 и P14-P18 на пандусах на отметках +31,25 и +32,90 выполнено устройство нового перекрытия до уровня чистого пола +33,050, +34,250 и +34,700. Конструкция фальшпола выполняется на стойках из гнутого швеллера по ГОСТ 8278-83 с сеткой 1,8х1,8м. По стойкам устанавливаются главные балки с шагом 1,8х1,8м и второстепенные балки с шагом 600мм из швеллеров по ГОСТ 8240-97. По балкам устраивается монолитное железобетонное перекрытия пролетом до 600мм и толщиной 100 мм с опалубкой из профлиста Н57-750-0,8 и армируется плоскими каркасам из Ф10А500С в каждой гофре профлиста. В местах, где высота балок превышает высоту фальшпола – данные участки бетонируются до отм + 32,900, +34,100 и +34,550 бетоном В20 с армированием двумя сетками в верхней и нижней зоне Ф10А500С ячейка 200х200мм.

Металлические конструкции нового перекрытия обрабатываются антикоррозийным покрытием со сроком службы не менее полного срока эксплуатации здания.

5. Уточнены узлы устройства металлической рампы на отм. +3,200 в осях PF-PE/P15/1-P17.

6. Устройство нового перекрытия на отметке +3.200 выполняется по металлическим главным и второстепенным балкам из сварного двутавра и двутавра по СТО АСЧМ 20-93. Металлические конструкции для последующего возведения кирпичных стен на отметке 0.000 для офисного помещения в осях P4.6-P7/PC-PE выполнены из главных и второстепенных сварных балок двутаврового сечения, верх на отм +0,130. Главные балки крепятся к существующим железобетонным колоннам на шпильках со специализированным клеевым составом. Между собой металлические балки крепятся через пластины толщиной 16мм на болтах. По балкам на отм. +3,200 устраивается монолитное железобетонное перекрытие пролетом до 1450мм и толщиной 100 мм с опалубкой из профлиста Н57-750-0,8 и армируется плоскими каркасам из $\Phi 10A500C$ в каждой гофре профлиста.

7. Проектная документация не предполагает увеличение нагрузок на основание здания, что исключает возможность дополнительных сверхпроектных осадок.

4.3. Требования к обеспечению механической безопасности здания

Для обеспечения требований механической безопасности здания выполнены расчеты в ПК Лира и ПК SCAD подтверждающие, что в процессе строительства и эксплуатации здания его строительные конструкции и основание не достигнут предельного состояния по прочности и устойчивости при вариантах одновременного действия нагрузок и воздействий.

За предельное состояние строительных конструкций и основания по прочности и устойчивости принято состояние, характеризующееся:

- 1) разрушением отдельных колонн и стен (рис. 18, 19);
- 2) потерей устойчивости формы;
- 3) потерей устойчивости положения;
- 4) нарушением эксплуатационной пригодности и иными явлениями, связанными с угрозой причинения вреда жизни и здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений.

В расчетах строительных конструкций и основания учтены все виды нагрузок, соответствующих функциональному назначению и конструктивному решению здания, климатические, а также усилия, вызываемые деформацией строительных конструкций и основания.

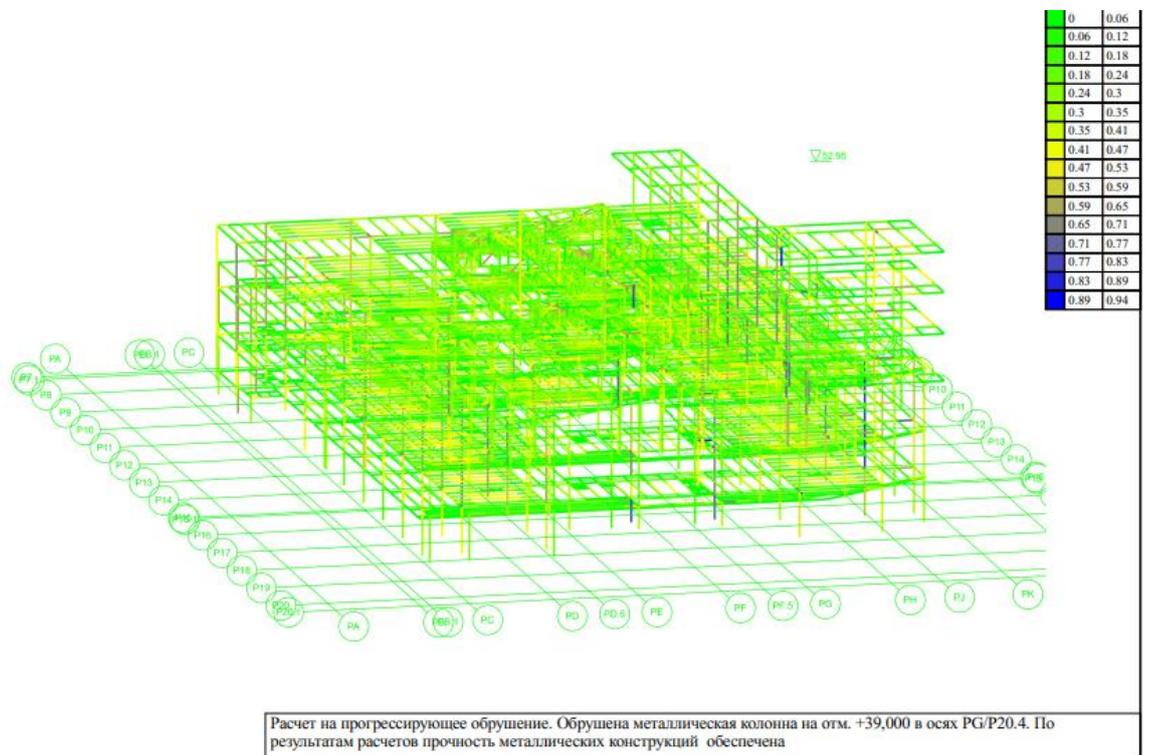


Рисунок 18. Расчет на прогрессирующее обрушение, обрушена металлическая колонна. По результатам расчета прочность обеспечена.

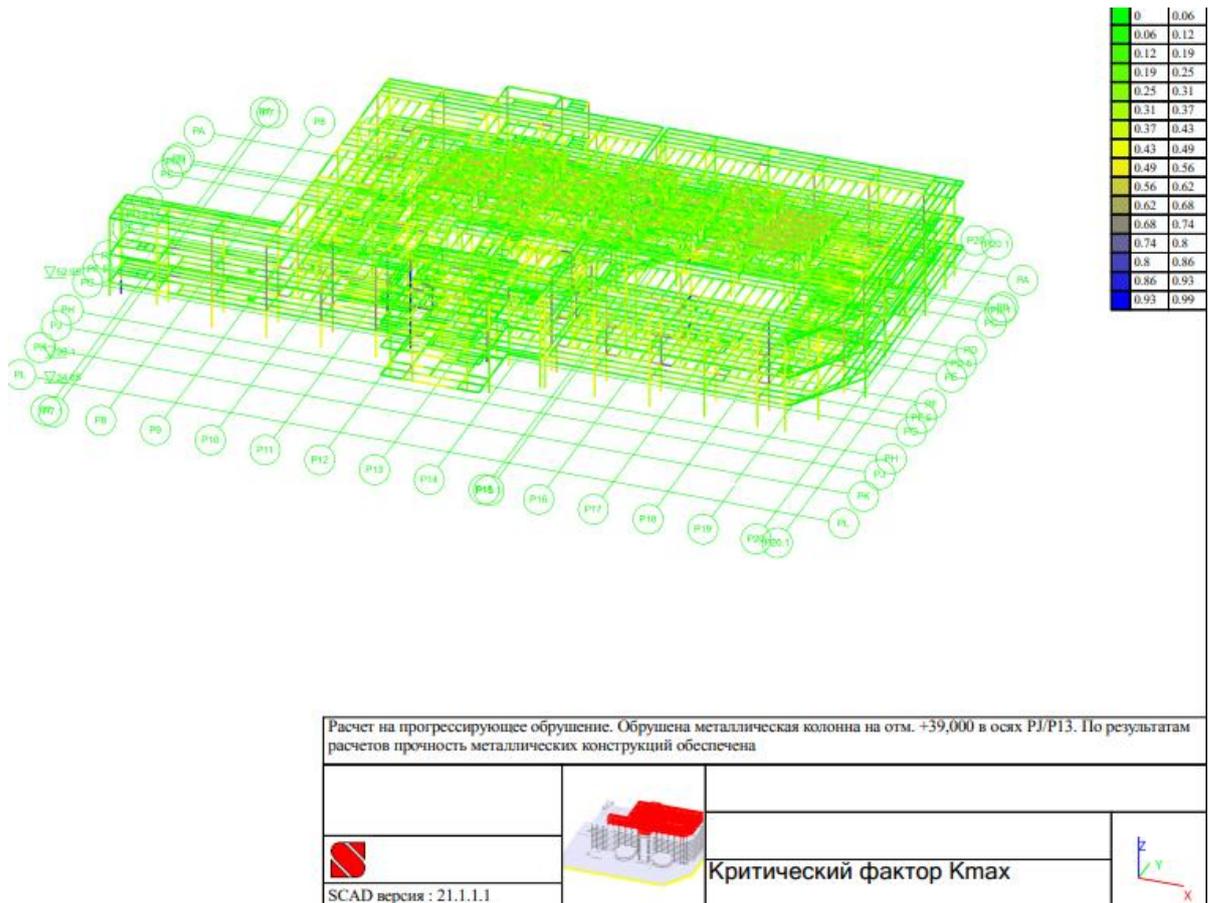


Рисунок 19. Расчет на прогрессирующее обрушение, обрушена металлическая колонна. По результатам расчета прочность обеспечена.

Расчетная модель здания и основания отражает действительные условия работы здания, отвечающие рассматриваемой расчетной ситуации (рисунок 20, 21). При этом учтены:

- 1) факторы, определяющие напряженно-деформированное состояние;
- 2) особенности взаимодействия элементов строительных конструкций между собой и с основанием;
- 3) пространственная работа строительных конструкций;
- 4) геометрическая и физическая нелинейность;
- 5) пластические и реологические свойства материалов и грунтов;
- 6) возможность образования трещин;
- 7) возможные отклонения геометрических параметров от их номинальных значений.

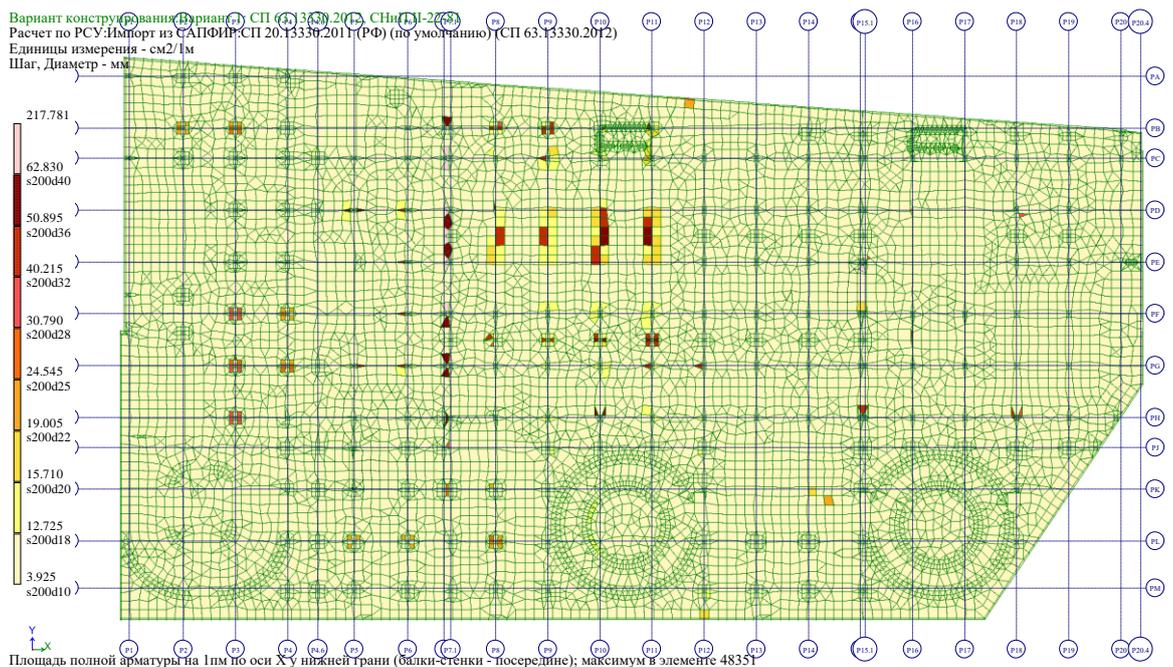


Рисунок 20. Армирование фундаментной плиты. Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани

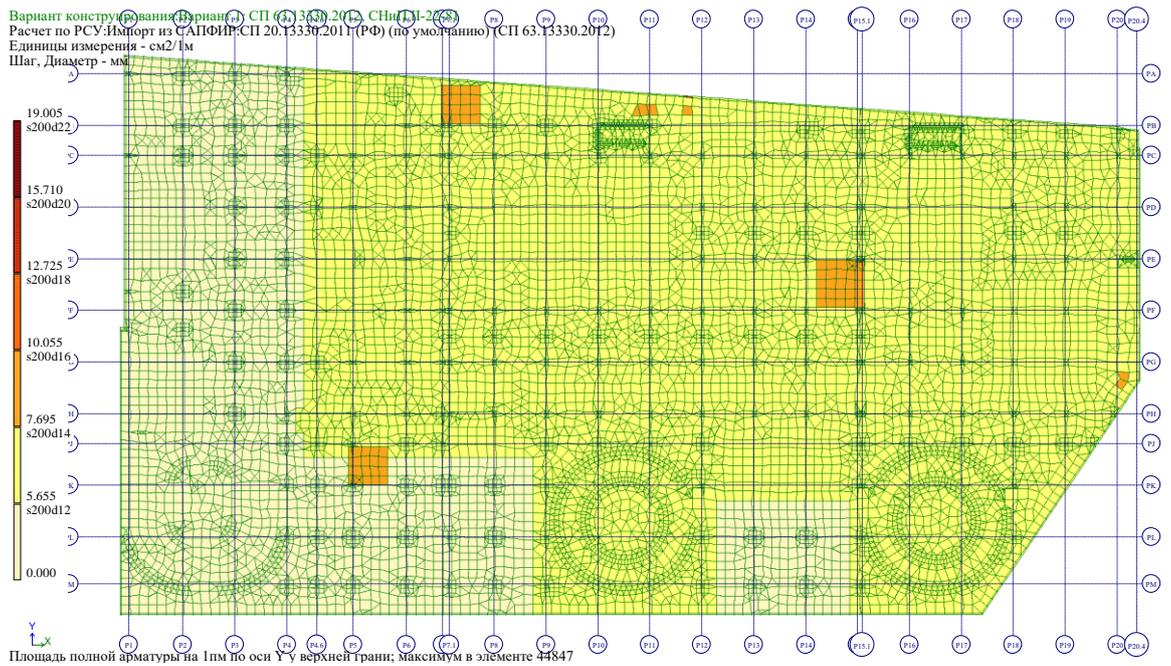


Рисунок 21. Армирование фундаментной плиты. Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани

В процессе обоснования выполнения требований механической безопасности учтены следующие расчетные ситуации:

- 1) установившаяся ситуация, имеющая продолжительность того же порядка, что и срок эксплуатации здания, в том числе эксплуатация между двумя капитальными ремонтами или изменениями технологического процесса;
- 2) переходная ситуация, имеющая небольшую по сравнению со сроком эксплуатации здания продолжительность, в том числе строительство, реконструкция, капитальный ремонт здания или сооружения.

При проектировании здания повышенного уровня ответственности учтена также аварийная расчетная ситуация, имеющая малую вероятность возникновения и небольшую продолжительность, но являющаяся важной с точки зрения последствий достижения предельных состояний, которые могут возникнуть при этой ситуации (в том числе предельных состояний при ситуации, возникающей в связи со взрывом, столкновением, с аварией, а также непосредственно после отказа одной из несущих строительных конструкций).

Расчеты, обосновывающие безопасность принятых конструктивных решений здания, проведены с учетом уровня ответственности проектируемого здания. С этой целью расчетные значения усилий в элементах строительных конструкций и основании здания определены с учетом коэффициента надежности по ответственности, равном 1,1 - в отношении здания повышенного уровня ответственности.

4.4. Экономический эффект, возникающий при использовании методики определения необходимого состава работ НТСП

Своевременно при проектировании рассматриваемого объекта был выбран и обоснован необходимый и достаточный перечень работ научно-технического сопровождения проектирования, благодаря внедрению методики по определению необходимого состава работ НТСП.

В рамках научно-технического сопровождения проектных решений, касающихся организации строительства проектируемого объекта выполнены работы, направленные на обеспечение надежности и безопасности принятых проектных решений, корректировку проектных решений, а именно такие работы как: прогнозирование состояния оснований и фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов воздействий; выявление возможных сценариев аварийных ситуаций в части оснований, фундаментов и подземных частей сооружений; выполнение совместных расчетов в объемной постановке системы «основание - фундамент – сооружение» в объеме, достаточном для разработки проектного решения по устройству фундамента; выполнение поверочных и альтернативных расчетов; разработка проектных решений от прогрессирующего разрушения. По итогу проведенных работ в проект были внесены корректировки, касающиеся механической безопасности здания, объемно-планировочных решений и порядка ведения строительного-монтажных работ, выполнена оптимизация графика производства работ.

Подводя итоги применения НТСП на данном объекте, следует вывод, что сокращенный состав работ НТСП на ранних этапах проектирования, благодаря внедренной методике (акт о внедрении см. приложение В), оказал благоприятное воздействие на работы по проектированию и дальнейший ход строительства. Впоследствии, были исключены ситуации, когда для разрешения возникших проблем и несоответствий пришлось бы прибегать к работам НТСП, не включенных в список утвержденных работ. Своевременное и обоснованное решение по составу работ, осуществленное при помощи предлагаемой аналитической модели и методике определения необходимого перечня работ НТСП, сократило продолжительность строительства на 15 дней (2,4%), согласно сравнению графиков производства работ до применения методики и после нее (рис. 22, 23). Сокращение продолжительности произошло из-за сокращения работ, выполняемых в рамках НТСП, благодаря рациональному использованию научно-технического сопровождения проектирования. Если брать в расчет только зависимость между средней заработной платой на человека и величину, на которую сократился срок строительства, то общая сметная стоимость сократилась на 0,36% (12 992,36 тыс. рублей) (табл. 7).

Таблица 7. Экономический эффект при применении аналитической модели

№	Наименование показателей	Значения показателей		Эффект после применения модели
		проектные	с применением модели	
1	Сметная стоимость строительства	3 647 058 тыс. р.	3 634 065 тыс. р.	0,36%
2	Срок строительства	20,7 месяца	20,2 месяцев	2,4%
3	Расчетное количество персонала, задействованного в строительстве (человек)	338	338	-
4	Среднеотраслевая заработная плата* (рублей/месяц)	76 877,9	76 877,9	-
5	Расчетный размер затрат на оплату труда (тысяч рублей)	537 883,91	524 891,55	2,4%
*Уровень средней заработной платы по отрасли «Строительство» по данным Федеральной службы государственной статистики РФ				

Практическая значимость применения аналитической модели для определения необходимого состава работ НТСП:

- Возрастает тенденция возведения уникальных зданий и сооружений в г. Москва и в других городах России, в т.ч. зданий с заглублением, с целью более рационального использования земельных и энергетических ресурсов, для создания комфортной и безопасной среды для жизнедеятельности человека.
- Существующие программы работ НТСП, представляют собой сформировавшийся состав работ, и не предусматривают подстройку под возводимый объект. Состав работ общего характера не предусматривает должного внимания критическим точкам проекта. Под критически важными точками в проектировании понимаются действия, проводимые при подготовке к строительству и во время строительства объекта, влияющие на безопасное производство строительно-монтажных работ, на безопасную эксплуатацию в будущем возводимого объекта, и, объектов, находящихся в зоне влияния строительства.
- Обоснование состава работ НТСП возможно благодаря изученным факторам, влияющим на заглубленное строительство, что позволит выполнять работы в достаточном и обоснованном объеме, обеспечить безопасность и надежность здания, не перерасходуя ресурсы.

Результат исследования (применение аналитической модели) позволяет проводить работы по НТСП в необходимом и достаточном объеме при переменных условиях строительства отдельных проектов. Происходит сокращение затрат на энергетические и материальные ресурсы, возрастает экономический эффект строительства.

4.5. Выводы по главе 4

1. Определена практическая значимость применения разработанной аналитической модели.
2. Аналитическая модель подвергалась проверке при внедрении на объекте офисно-административного здания с надземно-подземным паркингом на участке №16 ММДЦ «Москва-Сити» по адресу: 1-й Красногвардейский проезд д. 19. Здание имеет 5 подземных и 14 надземных этажей с размерами в осях 68,45x86м. Площадь застройки – 9640 м².
3. Полученные данные в виде сокращения сроков строительства на 2,4% и уменьшении общей сметной стоимости строительства почти на 13 млн. рублей доказывают целесообразность применения разработанной аналитической модели и методики ее применения.
4. На рассмотренном примере было обнаружено, что необходимый состав работ НТСП на ранних этапах проектирования, согласно данным, полученным в результате работы алгоритма, был достаточным, что впоследствии, привело к сокращению сроков строительства и сметной стоимости проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Рассмотрены типы уникальных зданий и сооружений, также характеристики зданий, относящие их к уникальным. Описаны особенности возведения и проектирования уникальных зданий и сооружений с заглублением ниже планировочной отметки земли более 15м. Проанализированы технологии и методы строительства заглубленных зданий и сооружений, возникающие сложности при проектировании и организации производства работ для таких типов зданий.

2) Выявлено отсутствие конкретных указаний и методов по определению необходимого и обоснованного состава работ при научно-техническом сопровождении проектирования заглубленных зданий. Обоснована целесообразность и необходимость поиска средств определения состава работ при научно-техническом сопровождении проектирования уникальных заглубленных зданий и сооружений. Проанализирован общий перечень работ НТС на разных стадиях жизненного цикла здания, из них методом структурного анализа выделены работы, рекомендуемые к выполнению в рамках НТСП заглубленных зданий и сооружений, которые были разделены на три блока: проверка и дополнение проектных решений; проверка и дополнение организационно-технологических решений; подготовка программы геотехнического мониторинга.

3) Проведено исследование факторов, оказывающих влияние на реализацию проектов уникального заглубленного строительства в плане организационно-технологических аспектов. Изучены параметры факторов и их особенности, что послужило основой для создания инструмента, учитывающего многообразие факторов, их взаимосвязь, степень их влияния на состав работ, выполняемых при научно-техническом сопровождении проектирования. С помощью этого инструмента и предлагаемой методики можно оценить целесообразность выполнения той или иной работы из общего перечня работ НТСП, тем самым создавая каждый раз особый набор работ, меняющийся в зависимости от индивидуальных условий участка

строительства, геологических условий, организационно-технологических и конструктивных особенностей проекта.

4) Отобраны и описаны факторы, оказывающие влияние на проектирование заглубленных зданий и сооружений. Определены с помощью экспертного опроса наиболее значимые факторы из отобранных ранее. Была применена шкала желательности Харрингтона, по которой оценивалась необходимость ведения работ НТСП в зависимости от определенного фактора. Параметры факторов были распределены по созданной шкале, таким образом, появилась основа для создания аналитической модели, оценивающей необходимость работ, связанных с факторами в значениях шкалы «нет необходимости – желательно – необходимо».

5) Создана методика по определению необходимого состава работ НТСП на основе факторов, влияющих на заглубленное строительство и градации шкалы параметров. Составной частью методики является аналитическая модель, служащая инструментом по обоснованию необходимого состава работ научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений. Дан подробный алгоритм действия аналитической модели, его принципы.

6) Определена практическая значимость применения разработанной методики. Разработанная методика внедрялась на объекте офисно-административного здания с надземно-подземным паркингом на участке №16 ММДЦ «Москва-Сити» по адресу: 1-й Красногвардейский проезд д. 19. Здание имеет 5 подземных и 14 надземных этажей с размерами в осях 68,45х86м. Площадь застройки – 9640 м². В результате, полученные данные доказывают целесообразность применения разработанной аналитической модели. Применение модели сократило продолжительность строительства на 15 дней, уменьшило сметную стоимость почти на 13 млн. рублей.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследования

Научно-техническое сопровождение на разных этапах жизненного цикла уникального объекта стало чаще применяться на практике, но полное понимание участников этого процесса пока отсутствует. Направления научно-технического сопровождения разнообразны и имеют свою специфику, поэтому целесообразно назначать ведущих специалистов по каждому направлению научно-технического сопровождения, организовывать их тесную работу с соответствующими специалистами от группы заказчика.

Востребованность научно-технического сопровождения и отсутствие научно обоснованных методик его практического применения ставит перед научным сообществом задачу комплексного изучения различных аспектов научно-технического сопровождения, в том числе:

- определение исчерпывающих требований к составу и объему работ НТС;
- методики формирования стоимости научно-технического сопровождения;
- определение полезного потенциала для заказчика в различных аспектах научно-технического сопровождения;
- проведения научно-техническое сопровождение с целью обеспечения безопасности сверх механической безопасности объекта;
- научно-техническое сопровождение эксплуатации, сноса и демонтажа объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

5. Абдуллаев Г.И. Влияние организационно-технологических факторов на эффективность управления строительством сооружений // Инженерностроительный журнал. 2011. №2. С.52-54.
6. Абдуллаев Г.И. Оценка уровня надежности с учетом организационно-технологических параметров строительства // Инженерно-строительный журнал. №8. 2009. С.62–64.
7. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Программированное введение в планирование эксперимента. — Наука Москва, 1971. — 284 с
8. Адлер Ю.П. Об одном методе формализации априорной информации при планировании эксперимента / Ю. П. Адлер, И. Ф. Александрова, Ю. В. Грановский, В. В. Налимов // Планирование эксперимента. — Наука Москва, 1966. — С. 122–129.
9. Алехин В. Н., Антипин А. А., Городилов С. Н. Научно-техническое сопровождение строительства зданий и сооружений //Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур (SAFETY2017). – 2017. – С. 160-173.
10. Андриюшенков А.Ф. Технология возведения уникального сооружения в стесненных условиях действующего предприятия / А.Ф. Андриюшенков, Н.С. Воловников, А.А. Андриюшенков // Вестник СибАДИ. - 2018. - №5 (63) С.726-741
11. Априорное ранжирование факторов. Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов»/Сост. А.В. Щекин – Хабаровск: Изд-во Хабар.гос.техн.ун- та, 2004.– 12 с
12. Баркан, Д.Д. Динамика оснований и фундаментов // М.: Стройвоенмориздат, 2014г., с. 114-119.
13. Батюшенко А.А. Соколов Н.С. Сокращение сроков строительства зданий из монолитного бетона // Строительные материалы. 2020. №3. С.49-53.

14. Белостоцкий А.М. Расчетная оценка влияния геометрических отклонений от проекта на параметры механической безопасности многоярусных промышленных металлоконструкций (этажерок) в рамках научно-технического сопровождения строительства // А.М. Белостоцкий, Д.С. Дмитриев, С.О. Петряшев, Т.Е. Нагибович / Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2021. №1.
15. Белостоцкий А.М. О состоянии и развитии системы мониторинга инженерных конструкций башни «Эволюция» // А.М. Белостоцкий, П.А. Акимов, Т.Б. Кайтуков, Н.О. Петряшев, С.О. Петряшев / Academia. Архитектура и строительство. 2020. №1
16. Бешелев С.Л., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. – 263 с.
17. Бовтеев С.В. Современные методы планирования и контроля инвестиционно-строительных проектов – Сборник статей // Управление проектами: идеи, ценности, решения. Санкт-Петербург, 15–17 мая 2019 года.
18. Бычков Н. Н. и др. Научно-техническое сопровождение проектирования и строительства подземных сооружений, как фактор обеспечения единой научно-технической политики //Метро и тоннели. – 2015. – №. 1. – С. 18-19.
19. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 176 с.
20. Воронов Ю.Е. Основы системного анализа. / Ю.Е. Воронов – Кемерово: Изд., 2002. – 76 с.
21. Гланц, С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. / С. Гланц. —М.: Практика, 1999. — 459 с.
22. ГОСТ 27751 – 2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 13 с.
23. ГОСТ Р 21.101-2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 64 с.

24. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018). М., 2019.
25. Гусаков А. А. Системотехника строительства // А.А. Гусаков. - М., Стройиздат, 1993. - 368 с.
26. Гусаков А.А. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под редакцией А.А. Гусакова. - М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. - 320 с.
27. Давидюк А.А. Научно-техническое сопровождение при проектировании объектов повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство №2, 2020, с. 29-33.
28. Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты включая специальный курс инженерной геологии // Москва: Огни, 2012, - 416 с.
29. Дисиков Ю.Ю. Современные тенденции проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2017. № 2. С.66–68
30. Евстигнеев В.Д., Лapidус А.А. // Особенности научно-технического сопровождения проектирования при строительстве заглубленных зданий и сооружений // Наука и бизнес: Пути развития, 2019, №12 с. 75-79
31. Евстигнеев В.Д., Лapidус А.А. // Научно-техническое сопровождение при возведении заглубленных зданий и сооружений // Строительное производство, 2020, № 1 с. 3-6
32. Евстигнеев В.Д., Лapidус А.А. // Определение необходимого состава работ научно-технического сопровождения при проектировании заглубленных зданий // Строительное производство, 2022, № 1 с. 6-10
33. Евстигнеев В.Д., Кангезова М.Х. // Автоматизация организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения проектирования уникальных зданий // Известия ТулГУ. Технические науки, 2021, №3 с. 300
34. Евтушенко А. И., Самохина Е. В., Евтушенко А. И. Разработка системы комплексного научно-технического сопровождения проектирования и

- эксплуатации уникальных высотных зданий со стальным каркасом //Строительство-2014: современные проблемы промышленного и гражданского строительства. – 2014. – С. 79-81.
35. Еремеев П. Г., Ведяков И. И. Проектирование и возведение металлических конструкций большепролетных уникальных зданий и сооружений //Строительные материалы. – 2017. – №. 4. – С. 55-58.
36. Еремеев П.Г. Научно-техническое сопровождение проектирования и возведения металлических конструкций большепролетных уникальных зданий и сооружений техническое сопровождение проектирования и возведения металлических конструкций большепролетных уникальных зданий и сооружений Выпуск № 2, Страницы 21-29, УДК ВЕСТНИК НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО»
37. Жаров Я.В. Организационно-технологическое проектирование при реализации инвестиционно-строительных проектов // Вестник МГСУ. 2013. № 5. С. 176—184.
38. Загорская А.В., Лapidус А.А. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов. Строительное производство – 2020 — №3. С.21 —34.
39. Загорская А.В., Лapidус А.А. Научно-техническое сопровождение проектных решений по организации строительства уникальных объектов // Наука и бизнес: пути развития №6, с. 41-47, 2021.
40. Замятина О.М. Моделирование систем: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 204 с.
41. Зеленцов Л.Б., Маилян Л.Д., Трипута И.Г. Управление временными параметрами в сложных динамических строительных системах // Инженерный вестник дона – 2018 - №1.
42. Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А. Анализ нормативных требований к разработке проектов организации строительства и их влияние на качество проектной документации // Известия КазГАСУ. 2017. №2 (40)

43. Келасьев Н. Г. Особенности проектирования и строительства многофункционального спортивного комплекса-футбольного стадиона на 45 000 зрителей в Ростове-на-Дону //Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – №. 6. – С. 17-23.
44. Киевский И.Л., Сергеева А.А. Оценка эффектов от градостроительных мероприятий по реновации кварталов сложившейся застройки Москвы и их влияние на потребность в строительных машинах и механизмах // Интернетжурнал «Науковедение» Том 9, №6 (2017)
45. Киевский Л.В., Джалилов Ф.Ф. Разработка организационных решений по созданию объектов строительства и их экспертиза: проблема и подходы / Киевский Л.В., Джалилов Ф.Ф. // Промышленное и гражданское строительство. –1995. – №4. – С. 24.
46. Колчеданцев Л. М., Осипенкова И. Г. Особенности организационно-технологических решений при возведении высотных зданий //Жилищное строительство. – 2013. – №. 11. – С. 17-19.
47. Комаринский М.В, Червова Н.А. Транспорт бетонной смеси при строительстве уникальных зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015, №1 (28) С.7-31
48. Комитет градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: <https://stroim.mos.ru/news> (дата обращения 01.11.20)
49. Конференция НОПРИЗ «Научно-техническое сопровождение изысканий и проектирования», Москва, 2021. URL:<https://nopriz.ru/news/?ID=32135> (дата обращения 11.07.21)
50. Конюшков В.В. Научно-техническое сопровождение вертикальной планировки территории при строительстве конгрессно-выставочного центра // Вестник гражданских инженеров. 2017. №5. С.83-91.
51. Корнева Е.Р. Ошибки при проектировании зданий и сооружений /Е.Р. Корнева/ Вестник науки и образования – 2016 – №6 (18)

52. Коровяков В. Ф. Роль научно-технического сопровождения строительства в повышении качества монолитного строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №. 5. С. 34-36.
53. Красных, Д.А. Проектное управление в компаниях по РМВОК / Д.А. Красных // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2015. - № 11. – С. 92-98.
54. Кузахметова Э. К., Григоренко Н. И. Понятие научного уровня технического сопровождения проектирования, строительства и реконструкции инженерных сооружений //Евразийский союз ученых. – 2016. – №. 2-4. – С. 64-65.
55. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: Учебное пособие / МАДИ(ТУ) -М., 2003. 247с
56. Кукунаев В.С., Калмыков А.В. Особенности анализа динамического поведения зданий повышенной этажности при научно-техническом сопровождении строительства // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2015. № 4. С. 52-55.
57. Кучуков Э.З. и др. Обязательные инженерно-геологические изыскания как научно-техническое сопровождение строительства // Научное обозрение. 2016. № 6. С. 189-193.
58. Лapidус А.А. Актуальные проблемы организационно-технологического проектирования /Лapidус А.А.// Технология и организация строительного производства. – 2013. – №3(4). – С.1.
59. Лapidус А.А. Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 11. С. 1428–1437. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1428-1437
60. Лapidус А.А., Шистерова А.В. Анализ действующих нормативных документов, в части научно-технического сопровождения проектирования зданий и сооружений имеющих повышенный уровень ответственности. — Системные технологии. — 2019. — № 30. — С. 5—9.

61. Лapidус А.А., Шистерова А.В. Учёт необходимости выполнения научно-технического сопровождения проектирования при планировании и реализации проектно-изыскательских работ по объектам повышенного уровня ответственности. — Системные технологии. — 2019. — № 30. — С. 10—17.
62. Лapidус, А.А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта / Лapidус А.А. // Вестник МГСУ. – №1. – М., 2014 – С.175-180
63. Лapidус, А.А. Управление качеством строительного объекта посредством оптимизации производственно-технологических модулей / Лapidус А.А // Вестник МГСУ. – 2013. – №1. – С.175-180.
64. Ларионов А. Н. Состояние и проблемы научно-технического сопровождения проектов строительства в г. Москве // Экономика и предпринимательство. – 2016. – №. 11-4. – С. 1022-1025.
65. Левшин В.В., Козелков М.М. Нормативно-техническая база научно-технического сопровождения строительства // Вестник НИЦ "Строительство". 2020. №1. С.78-90.
66. Леденев В.В., Чхум А. Конструктивные решения уникальных зданий и сооружений // Вопросы современной науки и практики. Университет им В.И.Вернадского 2014. №2(51). С.60–70
67. Леонтьев Е.В., Газизов Р.Ю. Научно-техническое сопровождение при проектировании объектов производственного и гражданского назначения повышенного уровня ответственности // Вестник государственной экспертизы. 2020. №1. С.56-61.
68. Литвак, Б. Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. — Москва : Радио и связь, 1982. — 184 с.
69. Лушкинов В.В. Использование мирового опыта при проектировании и строительстве фундаментов высотных зданий с учетом геологических условий Екатеринбурга // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2009. №1. С.76-82.

70. Макаренко С.И. Справочник научных терминов и обозначений. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2019. – 254 с.
71. Мироненко С.П., Топчий Д.В. Тенденции развития контроля организационно-технологических параметров при возведении объектов капитального строительства /Мироненко С.П., Топчий Д.В.// Технология и организация строительного производства. – 2013. – №4(5). – С.52-54
72. Молодин В. В., Волков С. В. Организационно-технологическое проектирование строительства жилых объектов. Учебное пособие. Новосибирск, 2015. 216 с.
73. МРДС 02-08. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролётных, высотных и уникальных. - М.: Росстрой, 2008. - 76 с
74. Музипова Ф. Р., Гоголадзе В. Р. Проблемы качества проектной документации как проблемы менеджмента качества проектных организаций //Экономика и предпринимательство. 2015. №. 3-2. С. 746-749.
75. Направления деятельности НИУ МГСУ. Научно-техническое сопровождение <https://mgsu.ru/customer/NapravleniyaDeyatelnosti/scientific-and-technical-support/>
76. Никонов Н.М. Еще раз об особенностях проектирования и строительства уникальных сооружений. //Архитектура и строительство Москвы. 2007. №1, С.35-40
77. Нугужинов Ж. С., Кропачев П. А., Курохтина И. А. Проблемы научно-технического сопровождения, экспертизы и мониторинга технического состояния уникальных сооружений Казахстана с учетом требований еврокодов //Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2013. – №. 6. – С. 47-51.
78. О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий: Постановление Правительства от 05 марта 2007 №145 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, N 11, ст. 1336 (в редакции от 22.04.2021).

79. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства от 16 февраля 2008 №87 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, N 2, ст. 190
80. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Постановлением Правительства РФ от 26. декабря 2014 №1521 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2015, N 2, ст. 465.
81. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 04 июля 2020 №985 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2020, N 29, ст. 4661
82. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка / Под ред. проф. Л. И. Скворцова. — 28-е изд. перераб. — М.: Мир и образование, 2014. — 1376 с.
83. Олейник П. П. Организация строительного производства: монография - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2010
84. Олейник, П.П. Ширшиков Б.Ф. Состав разделов организационно-технологической документации и требования к их содержанию: учебное пособие // Олейник П.П., Ширшиков Б.Ф. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2013. – 64 с.
85. Организационно-технологические решения главных корпусов ТЭС и АЭС (учебно-методическое пособие) электронная Издатель ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет". 2019, № госрегистрации 0322001017, ISBN 978-5-7264-2103-2 (локальное), УДК 62133:69, ББК 31.47:38 9,5 Мб/ 2,4 Мб А.А. Морозенко, А.С. Субботин, В.Н. Колчин, А.А. Шашков

86. Официальный сайт Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: <https://stroim.mos.ru/news> (дата обращения: 02.05.20).
87. Официальный сайт ФАУ «Главгосэкспертиза России» URL: <https://gge.ru/press-center/news/v-2015-godu-glavgosekspertiza-rossii-predotvratilasotni-avariy/> (дата обращения: 09.03.20).
88. Приглашение на семинар по научно-техническому сопровождению (НТС) проектной документации и защите расчетного обоснования в государственной экспертизе: информационное письмо ЗАО НИЦ СтаДиО от 2019 года № НТС/ГГЭ-12/2019
89. Приказ Минрегиона РФ от 30.12.2009 N 624 (ред. от 14.11.2011) "Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 15.04.2010 N 16902)
90. Приказ Минтруда России от 21.11.2014 N 930н «Об утверждении профессионального стандарта «Организатор строительного производства»
91. Р НОПРИЗ 3.1-2015. Методические рекомендации по разработке и согласованию проектной документации для объектов капитального строительства производственного и непроизводственного назначения. - М.: Национальное объединение изыскателей и проектировщиков, 2015. - 128 с.
92. Рапопорт Б. М. Инжиниринг и моделирование бизнеса. – М: Тандем, 2001. - 239 с.
93. Расчетные показатели для определения продолжительности строительства. Том 1. Расчетные показатели (графики) для определения продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений/Ассоциация «Стройнормирование». ЦНИИОМТП Госстроя СССР.—М.: АПП ЦИТП, 1991 - 80 с.

94. Руденский А.Н. Организационно-технологические аспекты строительства вертикальных многофункциональных административных комплексов// Успехи современной науки. 2017.Том 4. №4. С. 190–193.
95. Сайт группы компаний «Городской центр экспертиз» URL: <http://new.gce.ru/press-sluzhba/statistika-obrusheniy/> (дата обращения 29.06.20)
96. Свод правил: СП 14.13330 – 2014. Строительство в сейсмических районах. – Москва: [б.и.], 2014 – 125 с.
97. Свод правил: СП 20.13330 – 2016. Нагрузки и воздействия. – Москва: [б.и.], 2016 – 136 с.
98. Свод правил: СП 22.13330 – 2016. Основания зданий и сооружений. –Москва: [б.и.], 2016 – 222 с.
99. Свод правил: СП 267.1325800 – 2016. Здания и комплексы высотные. – Москва: [б.и.], 2016 – 145 с.
100. Свод правил: СП 35.13330 – 2011. Мосты и трубы. – Москва: [б.и.], 2011 – 341 с.
101. Свод правил: СП 48.13330 – 2019. Организация строительства. – Москва: [б.и.], 2020 – 61 с.
102. Свод правил: СП 48.13330 – 2011. Организация строительства. –Москва: [б.и.], 2011 – 21 с.
103. Синенко С.А., Славин А.М. К вопросу выбора оптимального организационно-технологического решения возведения зданий и сооружений // Научное обозрение. 2016. № 1. С. 98–103.
104. Скляр, В. А. Организация и математическое планирование эксперимента. Учебное пособие / В. А. Скляр. — : «Издательские решения», 2017. — 92 с.
105. СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений/Госстрой СССР, Госплан СССР. — М.: Стройиздат, 1987. — 522 с
106. Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение. Материалы Международной научно-технической конференции, посвящённой 80-летию образования кафедры Геотехники

- СПбГАСУ (механики грунтов, оснований и фундаментов ЛИСИ) и 290-летию российской науки. Ч. 2. 2014. 280 с.
107. Соколов Б. С., Подмазова С. А. Научно-техническое сопровождение строительства-основной фактор обеспечения жизненного цикла конструкций // Технологии бетонов. – 2016. – №. 3-4. – С. 24-26.
108. Соколов Б.С. Научно-техническое сопровождение строительства -основной фактор обеспечения надежности конструкций / Б.С. Соколов, С.А. Подмазова // Вестник НИЦ "Строительство". - 2017. - №1 (12) С.36-42
109. Субботин О.С. Инновационные материалы и технологии в олимпийских стадионах Сочи // Жилищное строительство. 2016. №8. С.19–25.
110. Султанова И.П. Анализ методов планирования, управления и разработки организационно-технологических решений в проектах капитального строительства // Вестник МГСУ. 2015. №7
111. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. Для строит. Вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. - 2-е изд., перераб. И доп. - М. Высш.шк., 2004 - 446 с.
112. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Морозенко А.А. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве/ Научное издание. – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2008- 144 с.
113. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: ФЗ Российской Федерации от 30 дек. 2009 г. N 384-ФЗ // Вестник технического регулирования. - 2010. - N 1. - С. 133-144. ; БСТ : Бюллетень строительной техники. - 2010. - N 2. - С. 24-34.
114. Технические рекомендации по научно-техническому сопровождению и мониторингу строительства большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений. ТР 182-08. – М.: ООО «УИЦ «ВЕК», 2006 – 26 с.
115. Травуш В.И., Емельянов С.Г., Колчунов В.И. Безопасность среды жизнедеятельности – смысл и задача строительной науки // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №7. С.20-27. 145

116. Ушеров-Маршак А. В. Бетонведение: лексикон. М.: РИФ Стройматериалы.- 2009. – 112 с.
117. Ухов С.Б., Семёнов В.В., Знаменский В.В., Тер-Мартirosян З.Г., Чернышев С.Н. // Механика грунтов, основания и фундаменты. // М., Издательство АВС, 1994г., с. 113-119.
118. Чахкиев И.М. Оптимизация директивной продолжительности строительства уникальных объектов (на примере МФК «Лахта Центр») / Недвижимость: экономика и управление. 2014. С.20-25
119. Чахкиев И.М. Оптимизация трудовых ресурсов при обосновании директивных сроков строительства уникальных объектов: дис. техн. наук: 05.23.08 / Чахкиев Ислам Мусаевич. – Санкт-Петербург., 2015. – 151 с.
120. Чередниченко Т.Ф., Чеснокова О.Г., Тухарели В. Д. // Освоение подземного пространства при проектировании и строительстве уникальных зданий и сооружений // Учебное пособие. Волгоград. ВолгГАСУ 2015, 99с.
121. Чулков В.О., Гинзбург А.В., Павленко А.А., Конищева О.В. Автоматизация проектирования оценки качества организационно-технологических решений на начальных этапах строительства // Вестник МГСУ – 2008. - №1. – стр. 405-407
122. Шевчук Д. Исследование систем управления / Д. Шевчук - М., 2009. -82с.
123. Шевченко И.С., Лapidус А.А. Разработка программы проведения научно-технического сопровождения строительства зданий с заглублением подземной части более чем на 15 метров // Вестник Евразийской науки, 2020 №2
124. Шистерова А.В., Лapidус А.А. Научно-техническое сопровождение проектирования объектов, не имеющих повышенный уровень ответственности. В сборнике: Управление проектами: идеи, ценности, решения. Материалы I Международной научно-практической конференции. 2019. С. 27-33.

125. Шистерова А.В., Лapidус А.А. Программа работ по научно-техническому сопровождению проектирования. – Перспективы науки – 2019. – № 4 (115). — с. 71.
126. Шулятьев С. О. Влияние несущего каркаса здания на напряженно-деформированное состояние фундаментной плиты, «Научно-исследовательский центр «Строительство» Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова // (ОАО «НИЦ «Строительство - НИИОСП им. Н.М. Герсеванова), 2013, с. 8-11.
127. Шумейко В. И., Кудинов О. А. Об особенностях проектирования уникальных, большепролетных и высотных зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 27. – №. 4 (27).
128. Щербаков А. И. Совокупная производительность труда и основы её государственного регулирования. Монография. М. – М.: Издательство РАГС. –2004. – с. 15.
129. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Sixth Edition. – USA: Project Management Institute, 2014 – 537 с.146
130. Dhruv Pandya, Luca Podofillini, Frank Emert, Antony J. Lomax, Vinh N. Dang, Giovanni Sansavini // Quantification of a human reliability analysis method for radiotherapy applications based on expert judgment aggregation / Reliability Engineering & System Safety, Volume 194, February 2020, 106489
131. Капырин Р., Севрюгина Н. The procedural approach to reliability of objects of the raised level of responsibility // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. –2018. – С. 04. 2018.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкета экспертной оценки

№	Наименование факторов, влияющих на технологию и организацию производства при проектировании и возведении заглубленных зданий	Оценка 1-25	Постановка задачи
1	Уровень залегания грунтовых вод, (м)		Здравствуйте, уважаемые эксперты! Прошу вас проранжировать предлагаемый перечень факторов, влияющих на организационно-технологические аспекты возведения и проектирования заглубленных зданий и сооружений (<i>где 1 - наименее значимый фактор; 25 - наиболее значимый фактор</i>) на предмет необходимости учета каждого фактора при проведении научно-технического сопровождения проектирования уникальных объектов с заглублением более 15м от уровня планировочной отметки земли.
2	Геологические условия (категории сложности)		
3	Глубина заложения фундамента (м)		
4	Наличие возвышающейся части здания над землей		
5	Учет бокового давления грунта (коэф. бокового давления грунта)		
6	Способ возведения		
7	Стесненность участка застройки		
8	Использование новых конструкций и узлов, применяемых впервые только в данном проекте		
9	Конструктивные особенности		
10	Водопонижение (коэф. Фильтрации. м/сут)		
11	Технология устройства гидроизоляции		
12	Сложность геометрических форм несущих элементов (форма сечений и проектное положение)		
13	Сложность конфигурации фундамента (уровни по высоте)		
14	Климат (увлажнение, снеговой район)		
15	Пожарная безопасность (наличие спец. тех. условий по противопожарной защите)		
16	Воздействие на существующие здания		
17	Защитные мероприятия от обвала грунта		
18	Наличие зданий под снос		
19	Предыдущее строительство было заморожено из-за нештатной ситуации		
20	Ограниченные сроки строительства		
21	Наличие зданий, одновременно возводимых с проектируемым		
22	Неблагоприятная геологическая обстановка (развитие карстовых воронок, суффозии, оползни)		
23	Строительство в условиях миграции диких животных		
24	Механизация строительных процессов		
25	Применяемый тип опалубки		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**Текст программного кода аналитической модели**

```
#include <iostream>

#include "Source.h"

using namespace std;

int main()

{

    setlocale(LC_ALL, "RU");

    int water_level; /*1*/

    int geol_pic; /*2*/

    int fund_depth; /*3*/

    double gpressure; /*4*/

    int erection_type; /*5*/

    double tightness; /*6*/

    int new_decisions; /*7*/

    int water_reduction; /*8*/

    double climate; /*9*/

    int snow_reg; /*10*/

    int fire_force; /*11*/

    int build_influence; /*12*/

    int above_grnd; /*13*/

    int deconstb_gs; /*14*/

    int brief_time; /*15*/
```

```
int simultaneous_erecting_buildings;    /*16*/  
int hostile_geoconditions;             /*17*/  
int mech_proc;                         /*18*/  
int form_type;                         /*19*/  
int peculiarities;                    /*20*/
```

```
cout << "Введите уровень залегания грунтовых вод, введите целое  
число (м)" << endl;
```

```
cin >> water_level;
```

```
while (water_level < 1 || water_level > 40)
```

```
{
```

```
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;
```

```
    cin >> water_level;
```

```
}
```

```
cout << "Введите категорию сложности геологических условий (1,2,3)"  
<< endl;
```

```
cin >> geol_pic;
```

```
while (geol_pic > 3 || geol_pic < 1)
```

```
{
```

```
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;
```

```
    cin >> geol_pic;
```

```
}
```

```
cout << "Введите глубину заложения фундамента, введите целое число
(м)" << endl;

cin >> fund_depth;

while (fund_depth < 15 || fund_depth > 40)
{
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение. Минимальное
значение: 15, максимальное: 40" << endl;

    cin >> fund_depth;
}

cout << "Введите значение коэффициента бокового давления грунта
(диапазон 0.25-0.82)" << endl;

cin >> gpressure;

while (gpressure < 0.25 || gpressure > 0.82)
{
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;

    cin >> gpressure;
}

cout << "Введите способ возведения (1-открытый, 2-закрытый, 3-
комбинированный)" << endl;

cin >> erection_type;

while (erection_type < 1 || erection_type > 3)
{
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;
```

```
        cin >> erection_type;
    }

    cout << "Введите коэффициент стесненности условий строительной
площадки (Кст.) (дробная часть отделяется точкой)" << endl;

    cin >> tightness;

    while (tightness < 0 || tightness > 3)
    {

        cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;

        cin >> tightness;

    }

    cout << "Используются ли новые конструкции и узлы, применяемые
впервые только в этом проекте (1-нет, не применяются, 2-да, применяются) " <<
endl;

    cin >> new_decisions;

    while (new_decisions < 1 || new_decisions > 2)
    {

        cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;

        cin >> new_decisions;

    }

    cout << "Введите значение коэффициента фильтрации (м/сутки),
введите целое число" << endl;

    cin >> water_reduction;

    while (water_reduction < 1 || water_reduction > 600)
```

```
{  
  
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;  
  
    cin >> water_reduction;  
  
}  
  
cout << "Введите коэффициент увлажнения (Кув.) (дробная часть  
отделяется точкой)" << endl;  
  
cin >> climate;  
  
while (climate <= 0 || climate > 3)  
{  
  
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;  
  
    cin >> climate;  
  
}  
  
cout << "Введите номер снегового района (1-8)" << endl;  
  
cin >> snow_reg;  
  
while (snow_reg < 1 || snow_reg > 8)  
{  
  
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;  
  
    cin >> snow_reg;  
  
}  
  
cout << "Предусмотрены ли спец.тех. условия по пожарной  
безопасности (1-да, 2-нет)" << endl;  
  
cin >> fire_force;  
  
while (fire_force < 1 || fire_force > 2)
```

```
{  
  
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;  
  
    cin >> fire_force;  
  
}  
  
cout << "Введите уровень воздействия на существующие здания (1-нет,  
2-слабое, 3-умеренное, 4-сильное)" << endl;  
  
cin >> build_influence;  
  
while (build_influence < 1 || build_influence > 4)  
{  
  
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;  
  
    cin >> build_influence;  
  
}  
  
cout << "Наличие возвышающейся части над землей (1-нет, 2-да)" <<  
endl;  
  
cin >> above_grnd;  
  
while (above_grnd < 1 || above_grnd > 2)  
{  
  
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;  
  
    cin >> above_grnd;  
  
}  
  
cout << "Существование зданий под снос на месте будущего  
строительства (1-не имеются, 2-здание средней этажности, \n3-высотное здание,  
4-комплекс зданий, 5-здания в аварийном состоянии)" << endl;
```

```
cin >> deconstb_gs;

while (deconstb_gs < 1 || deconstb_gs > 5)

{

    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;

    cin >> deconstb_gs;

}

cout << "Введите данные по срокам строительства (1-обычный график,
2-промежуточное значение, 3-сжатые сроки)" << endl;

cin >> brief_time;

while (brief_time < 1 || brief_time > 3)

{

    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;

    cin >> brief_time;

}

cout << "Существуют ли здания одновременно возводимые с
проектируемым (1-нет, 2-да)" << endl;

cin >> simultaneous_erecting_buildings;

while      (simultaneous_erecting_buildings      <      1      ||
simultaneous_erecting_buildings > 2)

{

    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;

    cin >> simultaneous_erecting_buildings;

}
```

```
cout << "Существует ли неблагоприятная геологическая обстановка
(развитие карстовых воронок, оползни, суффозия) \n1-нет, 2-да" << endl;

cin >> hostile_geoconditions;

while (hostile_geoconditions < 1 || hostile_geoconditions > 2)
{
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение" << endl;
    cin >> hostile_geoconditions;
}

cout << "Введите степень механизации строительных процессов (40-
90%)" << endl;

cin >> mech_proc;

while (mech_proc < 1 || mech_proc > 100)
{
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение. Механизации с
заданным значением существовать не может" << endl;
    cin >> mech_proc;
}

cout << "Введите тип применяемой опалубки (технология
опалубливания) (1-крупно и мелкощитовая; 2-скользящая, безопалубочный
способ; \n3-деревянная нестандартной сложной формы)" << endl;

cin >> form_type;

while (form_type < 1 || form_type > 3)
{
    cout << "Ошибка! Введите корректное значение." << endl;
```

```
        cin >> form_type;

    }

    cout << "Введите значение конструктивных особенностей (1-
монолитный ЖБ; 2-сборный ЖБ, 3-сборно-монолитный ЖБ)" << endl;

    cin >> peculiarities;

    while (peculiarities < 1 || peculiarities > 3)

    {

        cout << "Ошибка! Введите корректное значение." << endl;

        cin >> peculiarities;

    }

    cout << endl;

    cout << endl;

    cout << "\tПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ВЕДЕНИИ
НТСП:" << endl;

    cout << endl;

    cout << endl;

    cout << "\tПРОВЕРКА И ДОПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ"
<< endl;

    cout << endl;

    cout << endl;

    int i = 1;

    if (geol_pic > 1 || gpressure > 0.37)
```

```
cout << i++ << ") Проверка обоснованности принятых
проектных решений; локальная проверка проектных решений, расчет наиболее
ответственных элементов конструкции;" << endl;
```

```
if (fund_depth >= 15 || gpressure > 0.37)
```

```
cout << i++ << ") Разработка нестандартных методов расчета и
анализа при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей
сооружений;" << endl;
```

```
cout << i++ << ") Прогнозирование состояния оснований и
фундаментов проектируемого объекта с учетом всех возможных видов
воздействий;" << endl;
```

```
cout << i++ << ") Выявление возможных сценариев аварийных
ситуаций в части оснований, фундаментов и подземных частей сооружений;" <<
endl;
```

```
cout << i++ << ") Выполнение совместных расчетов в объемной
постановке системы «основание – фундамент – сооружение» в объеме,
\ndостаточном для разработки проектного решения по устройству фундамента;"
<< endl;
```

```
cout << i++ << ") Выполнение поверочных и альтернативных
расчетов;" << endl;
```

```
if (new_decisions == 2)
```

```
cout << i++ << ") Моделирование новых конструкций, узлов и
элементов соединений, формирование расчетных схем;" << endl;
```

```
if (snow_reg > 3 && above_grnd==2)
```

```
cout << i++ << ") Альтернативный расчет конструкций
покрытия, уточнение распределения снеговых нагрузок по покрытию;" << endl;
```

```
cout << i++ << ") Разработка проектных решений от
прогрессирующего разрушения:" << endl;

cout << endl;

cout << endl;

cout << endl;

cout << "\t ПРОВЕРКА И ДОПОЛНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ" << endl;

cout << endl;

cout << endl;

int k = 1;

cout << k++ << ") Формирование дополнительных требований по
организации лабораторного контроля и входного контроля качества материалов и
конструкций" << endl;

cout << k++ << ") Проверка технологической последовательности
СМР по возведению объекта, инженерной и транспортной инфраструктуры с
учетом запланированных календарных сроков" << endl;

if (fire_force == 2)

    cout << k++ << ") Разработка специальных технических условий
по пожарной безопасности, в т.ч. проектирование новых систем и конструкций;"
<< endl;

if (mech_proc < 80)

    cout << k++ << ") Анализ проектной документации, поиск
возможностей максимально механизировать производство. Корректировка или
подбор эффективного комплекта машин и механизмов;" << endl;

if (form_type > 1)
```

```
cout << k++ << ") Предусмотреть дополнительный контроль
геометрии несущих элементов. Формирование указаний в ПОС по разработке
ППГР;" << endl;
```

```
if (build_influence > 2)
```

```
cout << k++ << ") Разработка ПОС с описанием технологии
выполнения работ по устройству глубокого\n котлована, мероприятий по
исключению разуплотнению грунтов основания и изменения их физико-
механических\n свойств, а также разуплотнение обжатых грунтов оснований
существующих зданий и сооружений окружающей\n застройки и объектов
инженерной инфраструктуры, попадающих в зону влияния строительства" <<
endl;
```

```
if ((water_level < 31 || (water_level - fund_depth) >= 3) || water_reduction
> 40 || climate >= 1)
```

```
cout << k++ << ") Разработка мероприятий по сбору и отводу
грунтовых, поверхностных вод, \патмосферных осадков - для предотвращения
замачивания грунтов основания" << endl;
```

```
if (water_reduction > 40)
```

```
cout << k++ << ") Проектирование систем для откачивания
грунтовых вод при водопонижении и водоотливе в зоне влияния строительства"
<< endl;
```

```
if (erection_type == 1 && (tightness <= 1 || build_influence > 2))
```

```
cout << k++ << ") Разработка инженерно-технических решений,
реализация которых обеспечивает прочность\n и устойчивость здания или
сооружения, расположенного в зоне влияния строительства \n(устойчивость
бермы котлована, сохранность транспортной инфраструктуры и др.)" << endl;
```

```
if (tightness <= 1)
```

```
cout << k++ << ") Разработка раздела ПОС при возведении  
объекта в стесненных условиях существующей застройки" << endl;
```

```
if (deconstb_gs > 2)
```

```
    cout << k++ << ") Разработка раздела ПОС по сносу и демонтажу  
аварийных зданий" << endl;
```

```
if (hostile_geoconditions == 2)
```

```
    cout << k++ << ") Разработка раздела ПОС при строительстве в  
условиях неблагоприятных геологических явлений" << endl;
```

```
if (brief_time > 1)
```

```
    cout << k++ << ") Разработка раздела ПОС в условиях сжатых  
сроков строительства" << endl;
```

```
if (peculiarities == 1)
```

```
    cout << k++ << ") Проверка условий, предусматривающих  
бесперебойную поставку бетона на строительную площадку, проверка наличия  
площадей для складирования" << endl;
```

```
if (peculiarities == 2)
```

```
    cout << k++ << ") Проверка транспортной доступности завода  
ЖБИ, логистических аспектов" << endl;
```

```
if (peculiarities == 3)
```

```
{
```

```
    cout << k++ << ") Проверка транспортной доступности завода  
ЖБИ, логистических аспектов" << endl;
```

```
    cout << k++ << ") Проверка условий, предусматривающих  
бесперебойную поставку бетона на строительную площадку, проверка наличия  
площадей для складирования" << endl;
```

```
    }  
  
    cout << endl;  
  
    cout << endl;  
  
    cout << "\t ПОДГОТОВКА ПРОГРАММЫ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА" << endl;  
  
    cout << endl;  
  
    cout << endl;  
  
    int j = 1;  
  
    if (water_level < 31 || geol_pic > 1)  
        cout << j++ << ") Формирование отчета об инженерно-  
геологических изысканиях" << endl;  
  
        cout << j++ << ") Подготовка заключения по результатам  
экологической экспертизы проекта" << endl;  
  
        cout << j++ << ") Уточнение границ, в рамках которых разрешено  
использование земельного участка " << endl;  
  
        if (tightness <= 1 && build_influence > 2)  
            cout << j++ << ") Формирование отчетов и других материалов по  
результатам обследования технического состояния существующих зданий \ни  
сооружений, расположенных в зоне влияния строительства" << endl;  
  
            if (build_influence > 2)  
                cout << j++ << ") Прогнозирование влияния проведения  
земляных и строительно-монтажных работ на прочность и устойчивость зданий  
окружающей застройки " << endl;  
  
                if (simultaneous_erecting_buildings == 2)
```

```
cout << j++ << ") Формирование перечня возводимых
одновременно с основным объектом подземных или надземных сооружений,
строительные \nработы на которых могут оказывать влияние (с указанием
характера влияния) на результаты будущего мониторинга" << endl;
```

```
if (erection_type > 1)
```

```
{
```

```
cout << j++ << ") Предусмотреть проектом контроль
фактического уровня грунтовых вод разных \nводоносных горизонтов, вскрытых
скважинами при установке конструкций ограждения котлована" << endl;
```

```
}
```

```
if (erection_type == 1 && climate >= 1)
```

```
cout << j++ << ") Разработка мероприятий по контролю
состояния бермы котлована: организация отвода поверхностных вод; весовые
параметры\nскладируемых материалов и оборудования в пределах призмы
обрушения; просадки грунта; провалы; развитием трещин" << endl;
```

```
if (hostile_geoconditions == 2)
```

```
cout << j++ << ") Разработка программы мониторинга развития
неблагоприятных геологических процессов (карст, суффозия, оползни, подъём
грунтовых вод)" << endl;
```

```
cout << j++ << ") Разработка мероприятий, обеспечивающих
стабильность параметров грунтов основания, учтённых в проекте \nпри
определении несущей способности фундаментной плиты или конструкции
свайно-плитного фундамента" << endl;
```

```
cout << endl;
```

```
cout << endl;
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Акт о внедрении результатов диссертационной работы



**ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЕРТИЗЫ СТРОИТЕЛЬСТВА»**
127576, г. Москва, улица Новгородская,
дом 1, строение А, офис 509
ИНН 9701049811 КПП 771501001
Телефон: 8 (495) 162-64-42
E-mail: mail@niexp.com
www.niexp.com

Исх. №1462/1-22 от 11.05.2022г.

«О внедрении результатов диссертационной работы»

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Евстигнеева Виктора Дмитриевича по теме:

«Обоснование состава работ, выполняемых в рамках научно-технического сопровождения проектирования заглубленных зданий и сооружений»

Внедрение результатов диссертационной работы Евстигнеева Виктора Дмитриевича, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, было выполнено на объекте компании ООО «НИИ ПТЭС»:

- «Офисно-административное здание с надземно-подземным паркингом на участке №16 ММДЦ «Москва-Сити» по адресу: 1-й Красногвардейский проезд д. 19»

Использование разработанной методики в диссертационном исследовании Евстигнеева Виктора позволило сократить состав работ научно-технического сопровождения при проектировании, тем самым, повысить эффективность проектных решений и уменьшить продолжительность строительства.

Генеральный директор



Мура В.А.